

THE CAPACITY OPTIMIZATION OF BEAM ULTIMATE MOMENT ON PLANE FRAME

OPTIMASI KAPASITAS MOMEN ULTIMIT BALOK PADA PORTAL DUA DIMENSI

Samuel Layang

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Palangka Raya
Kampus Unpar Tunjung Nyaho Jl. H. Timang, 73111A

e-mail: sammy.ptb@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the effect of beam length on the ultimate moment occurs especially in plane frame that carries concentrated load and uniform load. This research used a plane frame as a model with calculating upon length of beam from center to center of column and clear length of beam. Concentrated load acting on the beam starting from 2.5 tons with an increase of 25% in two times respectively. Uniform force acts on the beam starting from 1 ton/m with an increase of 12.5% in two times respectively.

The result of this research indicates that the plane frame that received concentrated load in level 1, the average reduction of ultimate moment is 6,070 % for live load and 6,811 % for combination load. On level 2, the average reduction of ultimate moment is 4,895 % for live load and 6,252 % for combination load. Plane frame with uniform load in level 1, the average reduction of ultimate moment is 11,458 % for live load and 11,316 % for combination load. On level 2, the average reduction of ultimate moment is 12,181 % for live load and 12,212 % for combination load.

Keyword: Ultimate moment, concentrated load, uniform load

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh panjang balok terhadap momen ultimit yang terjadi khususnya pada portal 2 dimensi yang menerima beban terpusat dan beban merata. Penelitian ini menggunakan portal 2 dimensi sebagai model yang memperhitungkan panjang balok dari pusat ke pusat kolom dan panjang bersih balok. Beban terpusat yang bekerja pada balok dimulai dari 2,5 ton dengan kenaikan 25 % secara berturut-turut sebanyak dua kali. Beban merata yang bekerja pada balok dimulai dari 1 ton/m dengan kenaikan 12,5 % secara berturut-turut sebanyak dua kali.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk portal yang menerima beban terpusat, untuk balok level 1, rata-rata pengurangan momen ultimit sebesar 6,070 % untuk beban hidup dan 6,811 % untuk beban kombinasi. Sedangkan untuk balok level 2 rata-rata pengurangan momen ultimit sebesar 4,895 % untuk beban hidup dan 6,252 % untuk beban kombinasi. Pada portal yang menerima beban merata, untuk balok level 1, rata-rata pengurangan sebesar 11,458 % untuk beban hidup dan 11,316 % untuk beban kombinasi. Sedangkan pada balok level 2 rata-rata pengurangan sebesar 12,181 % untuk beban hidup dan 12,212 % untuk beban kombinasi.

Kata Kunci: Momen ultimit, beban terpusat, beban merata

PENDAHULUAN

Perencanaan yang baik dari suatu struktur gedung tidak hanya membawa pengaruh yang baik selama proses konstruksi tetapi yang terpenting adalah hasil. Hasil yang baik akan menjadi tujuan utama.

Dalam proses perencanaan konstruksi paling tidak terdapat tiga hal penting yang menjadi perhatian dari perencana, yaitu keamanan, biaya dan waktu. Ketiga faktor tersebut saling terkait erat. Keamanan merupakan hal yang utama dan mutlak. Struktur yang dibangun harus kuat, aman dan memberikan rasa nyaman bagi penggunaannya.

Hal lain yang tidak kalah pentingnya adalah masalah biaya. Bagaimanapun biaya harus diperhitungkan dengan cermat agar menjamin

kelangsungan pekerjaan. Ada banyak cara yang dilakukan untuk mengurangi biaya konstruksi. Umumnya efisiensi biaya dapat dilakukan selama proses konstruksi dengan menggunakan metode kerja yang tepat untuk setiap jenis pekerjaan.

Selain metode kerja, efisiensi biaya dapat dilakukan pada tahap perencanaan. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dalam menganalisis momen ultimit (terfaktor) yang bekerja pada balok. Pada umumnya analisa balok pada kasus portal 2 dimensi dilakukan dengan memperhitungkan panjang balok dari pusat ke pusat kolom.

Sebenarnya analisa balok dapat juga dilakukan dengan memperhitungkan panjang bersih balok. Momen terfaktor yang diperoleh dengan cara analisa

memperhitungkan panjang bersih balok, akan memberikan nilai yang lebih kecil. Dengan semakin kecil momen lentur yang bekerja pada balok akan mengurangi pemakaian tulangan yang pada akhirnya akan menghemat biaya konstruksi.

Pada kasus bangunan bertingkat banyak (*multi history building*), analisa secara manual membutuhkan waktu yang lama dan kemungkinan terjadi kesalahan sangat besar. Saat ini telah banyak terdapat program komputer untuk menyelesaikan poses perhitungan struktur, seperti Program STAAD.

Berdasarkan uraian di atas penulis ingin melakukan analisa momen ultimit (terfaktor) pada balok akibat beban luar yang bekerja pada struktur portal 2 dimensi dengan menggunakan Program STAAD. Ada 2 kondisi yang di analisa, yaitu momen ultimit balok yang memperhitungkan jarak dari pusat ke pusat kolom dan momen ultimit balok yang memperhitungkan panjang bersih balok.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui seberapa besar perbedaan antara momen ultimit balok yang memperhitungkan panjang balok dari pusat ke pusat kolom dan balok yang memperhitungkan panjang bersih pada portal 2 dimensi akibat beban terpusat.
2. Untuk mengetahui seberapa besar perbedaan antara momen ultimit balok yang memperhitungkan panjang balok dari pusat ke pusat kolom dan balok yang memperhitungkan panjang bersih pada portal 2 dimensi akibat beban merata.

Manfaat yang diharapkan akan diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Dapat mengetahui seberapa besar perbedaan antara momen ultimit balok yang memperhitungkan panjang balok dari pusat ke pusat kolom dan balok yang memperhitungkan panjang bersih balok pada portal 2 dimensi akibat terpusat.
2. Dapat mengetahui seberapa besar perbedaan antara momen ultimit balok yang memperhitungkan panjang balok dari pusat ke pusat kolom dan balok yang memperhitungkan panjang bersih pada portal 2 dimensi akibat beban merata.
3. Dapat merencanakan struktur yang lebih ekonomis namun tetap aman.

KAJIAN PUSTAKA

Secara garis besar, struktur terbagi atas tiga golongan utama, yaitu:

1. Balok (*beam*)

Dalam pengertian yang sempit, balok adalah suatu batang lurus yang hanya menanggung beban dalam arah melintang. Sebuah balok telah dianalisa secara

lengkap apabila nilai-nilai momen lentur dan geseran telah ditentukan.

2. Rangka batang (*truss*)

Suatu rangka batang tersusun dari batang-batang yang disambung-sambung oleh sendi tanpa gesekan. Setiap batang dari suatu rangka dipandang sebagai sebuah batang dengan dua gaya yang hanya menerima beban dalam arah memanjang.

3. Rangka kaku (*rigid frame*)

Rangka kaku terbentuk dari batang-batang yang disambung dengan sambungan-sambungan kaku yang mampu menahan momen lentur. Batang-batang rangka kaku pada umumnya dimaksudkan untuk menahan momen lentur, geseran dan gaya-gaya dalam arah memanjang. Rangka kaku akan teranalisa dengan lengkap apabila gaya geser, aksial dan momen di seluruh elemen dapat diketahui.

Sistem rangka batang 2 dimensi (*plane truss system*) dapat dilihat pada Gambar 1, terbentuk dari elemen-elemen batang lurus (prismatis) yang dirangkai dalam bidang datar dengan sambungan antar ujung-ujung batang diasumsikan sendi sempurna sehingga hanya akan mengalami gaya aksial tekan atau gaya aksial tarik.

Struktur portal 2 dimensi (*plane frame system*) dapat dilihat pada Gambar 2 terbentuk dari elemen-elemen batang lurus yang dirangkai dalam bidang datar dengan sambungan antar ujung-ujung batang diasumsikan kaku sempurna, tetapi dapat berpindah tempat dalam bidang strukturnya dan dapat berputar dengan sumbu putar yang tegak lurus bidang bidang struktur tersebut. Tumpuan dapat berupa jepit, sendi atau rol yang harus berada pada titik-titik buhul. Elemen-elemen pembentuk sistem rangka batang 2 dimensi tersebut akan dapat mengalami gaya-gaya dalam (*internal forces*) berupa gaya aksial (tekan atau tarik), momen lentur (*bending moment*) dan gaya geser (*shear forces*).

Struktur balok silang (*grid system*) pada Gambar 3 terbentuk dari elemen-elemen batang lurus yang dirangkai dalam bidang datar dengan sambungan antar ujung-ujung batang diasumsikan kaku sempurna, namun dapat berpindah tempat dalam arah tegak lurus bidang strukturnya dan dapat berputar. Beban luar dapat bekerja di titik-titik buhul maupun pada titik-titik di sepanjang batang dengan arah harus tegak lurus terhadap bidang struktur tersebut. Tumpuan dapat berupa jepit atau sendi, yang juga harus berada pada titik-titik buhul. Elemen-elemen pembentuk sistem balok silang dapat mengalami gaya-gaya dalam (*internal forces*) berupa momen lentur (*bending moment*), momen torsi (*torsional moment*) dan gaya geser.

Analisis Struktur

Analisis struktur adalah proses untuk menentukan respon suatu struktur akibat pembebanan agar memenuhi persyaratan keamanan (*safety*), biaya (*economy*), dan terkadang estetika (*esthetics*). Respon struktur ini biasanya diukur dengan perhitungan reaksi-reaksi, gaya-gaya dalam batang (*internal forces*) dan perpindahan (*displacement*) posisi struktur.

Jika suatu struktur dalam keadaan seimbang, masing-masing batang dan sambungan atau setiap bagian struktur harus dalam keseimbangan juga dan harus memenuhi persamaan keseimbangan. Struktur yang terletak pada bidang co-planar (sumbu x-y) akan memenuhi persamaan keseimbangan jika memenuhi persyaratan:

$$\left. \begin{aligned} \sum F_x &= 0 \\ \sum F_y &= 0 \\ \sum M_z &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Struktur yang memenuhi dan dapat dianalisis cukup dengan menggunakan persamaan keseimbangan (persamaan 1) dikategorikan sebagai struktur statis tertentu.

Struktur statis tak tentu adalah struktur yang tidak cukup diselesaikan atau dianalisis hanya dengan menggunakan persamaan keseimbangan. Struktur statis tak tentu terdapat beberapa kebebasan dalam pemilihan batang atau reaksi-reaksi yang dikenal sebagai kelebihan (*redundant*). Untuk menyelesaikan permasalahan struktur statis tak tentu, dapat dilakukan dengan beberapa metode, diantaranya:

1. Metode Persamaan Tiga Momen (*Clapeyron*)

Metoda Clapeyron atau yang dikenal dengan nama Metode Persamaan Tiga Momen adalah cara menyelesaikan suatu struktur statis tak tentu dengan menghitung semua gaya-gaya luar (reaksi perletakan) dan gaya-gaya dalam (gaya normal, gaya lintang, momen) pada struktur tersebut.

2. Metode Ubahan Sudut (*Slope Deflection*)

Metode Slope Deflection menggunakan rotasi batang sebagai variabel yang dikategorikan sebagai *Flexibility Method*. Prinsip metode ini bahwa batang-batang yang bertemu pada suatu titik simpul (*joint*) yang disambung secara kaku mempunyai rotasi yang sama, besar maupun arahnya sehingga batang-batang yang bertemu pada titik simpul tersebut mempunyai rotasi yang sama atau dapat dikatakan sama dengan rotasi titik simpulnya

3. Metode Distribusi momen (*Cross*)

Metode ini didasarkan pada anggapan bahwa (1) perubahan bentuk akibat gaya normal dan gaya

geser diabaikan, sehingga panjang batang-batangnya tidak berubah; (2) semua titik simpul (buhul) dianggap kaku sempurna.

4. Metode Matriks

Analisa struktur dengan Metode Matriks dikenal dalam dua metode, yaitu Metode Kekakuan (*Stiffness Method/Displacement Method*) dan Metode Fleksibilitas (*Flexibility Method/Force Method*)

Momen Ultimit

Momen ultimit (momen terfaktor) merupakan momen yang disebabkan oleh beban luar yang bekerja pada struktur. Momen ultimit diperoleh dari analisa statika dan biasanya terdiri dari faktor beban luar yang bekerja. Faktor beban sangat tergantung pada kombinasi pembebanan. SNI 081-2847 – 2002 pasal 11.2 memberikan bermacam kombinasi pembebanan. Dalam perencanaan digunakan kombinasi beban yang terbesar. Notasi U dalam SNI 03 -2847 – 2002 melambangkan beban ultimit (beban terfaktor). Beban ultimit dapat juga diartikan sebagai beban yang dapat ditahan oleh struktur sesaat sebelum struktur tersebut mengalami kegagalan (*failure*).

Perencanaan komponen struktur lentur seperti pada balok beton bertulang secara prinsipnya adalah momen lentur luar (momen ultimit) yang terjadi harus mampu dilawan oleh momen dalam (momen nominal) yang disumbangkan oleh kekuatan penampang itu sendiri. Dengan kata lain momen nominal (M_n) harus lebih besar dari momen ultimit (M_u) yang terjadi. Hubungan antara M_n dan M_u dinyatakan:

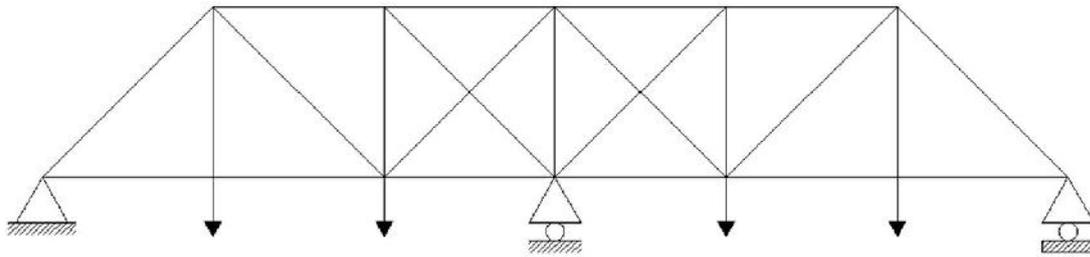
$$M_u \leq \phi \cdot M_n \quad (2)$$

Program STAAD

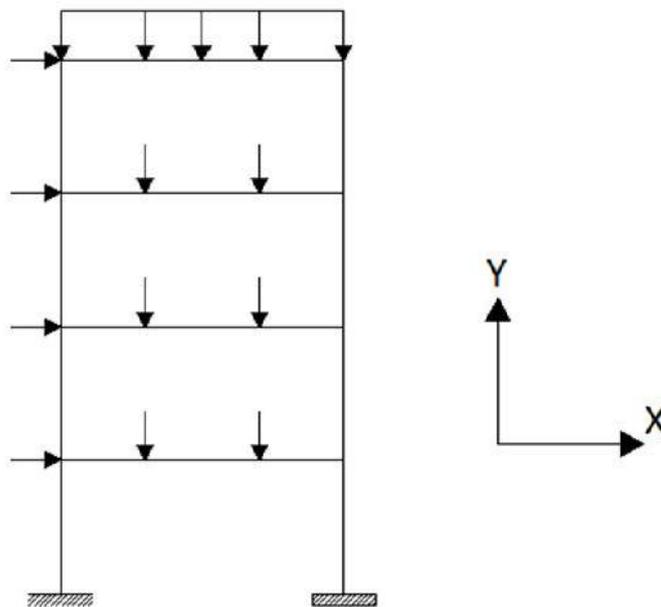
STAAD (*STructural Analysis And Design*) adalah salah satu program analisa struktur yang telah banyak digunakan dalam perencanaan struktur. Program ini dikembangkan oleh *Research Engineering* yang berpusat di Amerika.

STAAD menggunakan teknologi dalam rekayasa elemen hingga dengan metode input data berbasis *object oriented*. Kelebihan dari Program STAAD adalah:

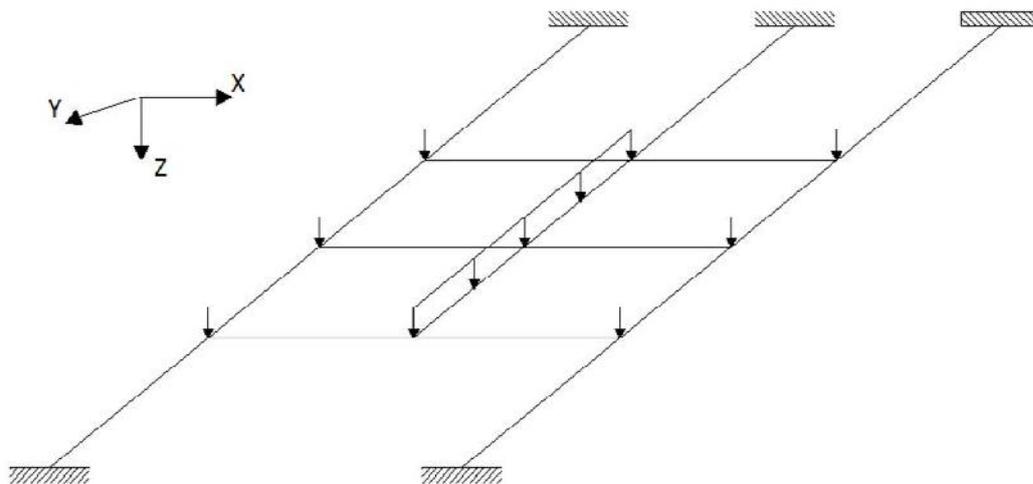
1. Kemudahan dalam penggunaan GUI (*Graphical User Interface*)
2. Kemudahan dalam pemodelan, definisi beban, generasi beban, penentuan parameter desain
3. Hasil *script file* yang mudah dibaca dan dimodifikasi
4. Dapat digunakan untuk semua aplikasi rekayasa struktur



Gambar 1. Contoh sistem rangka batang 2 dimensi



Gambar 2. Sistem portal 2 dimensi



Gambar 3. Contoh sistem balok silang

METODE PENELITIAN

Model struktur yang digunakan sebagai obyek penelitian adalah portal 2 dimensi (*plane frame*) ditunjukkan pada Gambar 4. Pembebanan pada portal meliputi beban terpusat (Gambar 5) dan beban merata (Gambar 6). Dalam hal ini akan ada 2 perlakuan, pada tahap pertama portal hanya menerima beban terpusat dan tahap berikutnya hanya menerima beban merata. Untuk semua perlakuan tetap memperhitungkan beban mati dari struktur.

Obyek dari penelitian ini adalah pengaruh beban luar yang bekerja pada portal terhadap momen ultimit (terfaktor) yang terjadi dengan membandingkan dua kondisi, yaitu:

1. Kondisi 1 (Normal)
Menghitung momen ultimit berdasarkan panjang balok dari pusat ke pusat kolom.
2. Kondisi 2 (Pengaruh *Member Offset*)
Menghitung momen ultimit berdasarkan panjang bersih balok (menggunakan fasilitas *member offset* dari Program STAAD.Pro V8i).

Pemilihan beban terpusat dan beban merata yang bekerja di balok didasarkan pada beban minimum (terkecil) yang menyebabkan penggunaan tulangan lebih besar dari luas tulangan minimum yang diperlukan ($\rho > \rho_{min}$). Jika beban yang bekerja pada balok hanya menyebabkan penggunaan tulangan minimum ($\rho < \rho_{min}$), maka tidak ada pengaruhnya dari sisi ekonomis.

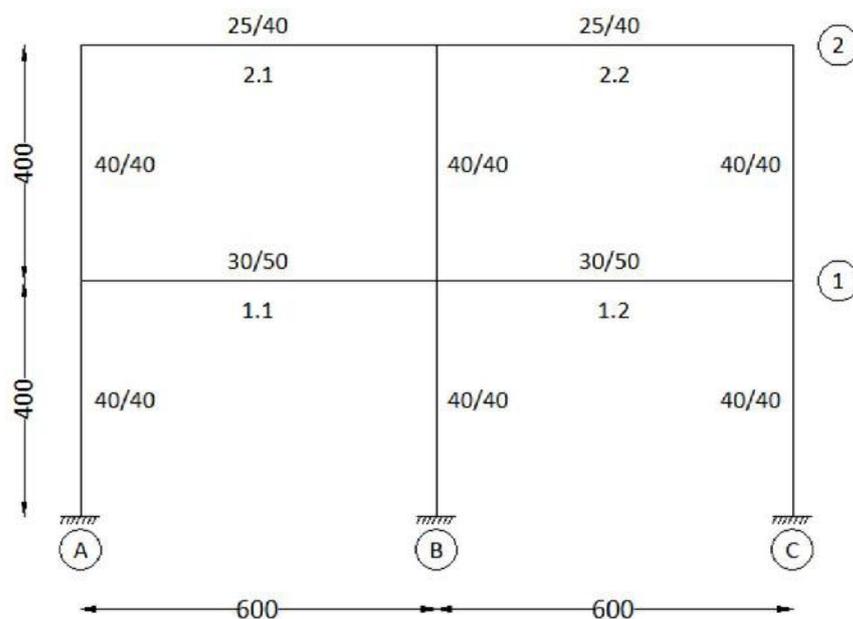
Pembebanan terpusat mengalami kenaikan sebesar 25% secara berturut-turut, demikian pula untuk beban merata naik sebesar 12,5 %. Pembebanan untuk masing-masing tipe beban ditampilkan pada tabel 1.

Variabel dalam penelitian ini terbagi menjadi 2:

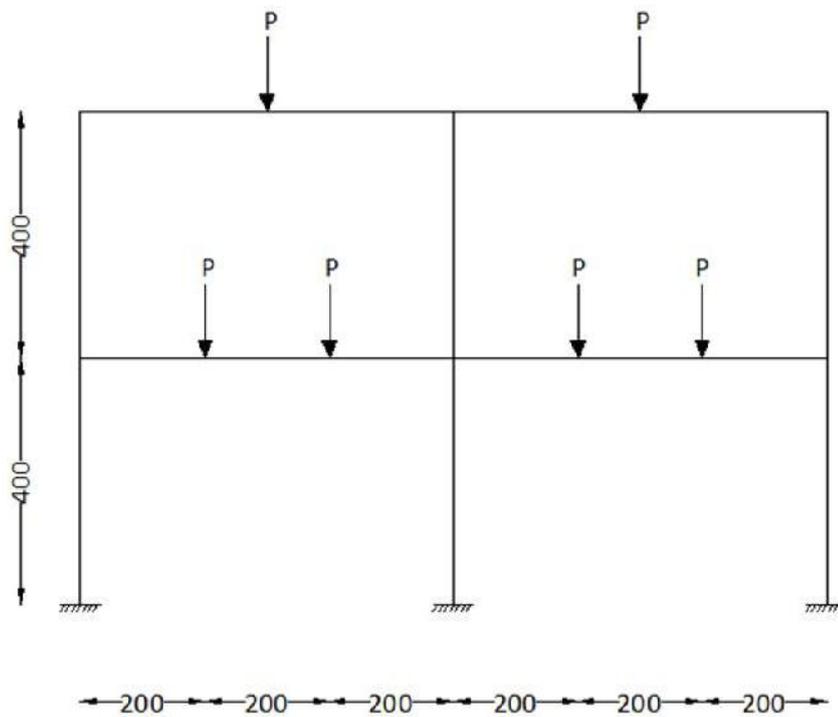
- a. Variabel bebas (*independent variable*) dalam penelitian ini adalah panjang balok.
- b. Variabel tak bebas (*dependent variable*) dalam penelitian ini adalah jenis dan besar beban, dimensi struktur, perletakan.

Tabel 1. Taraf pembebanan

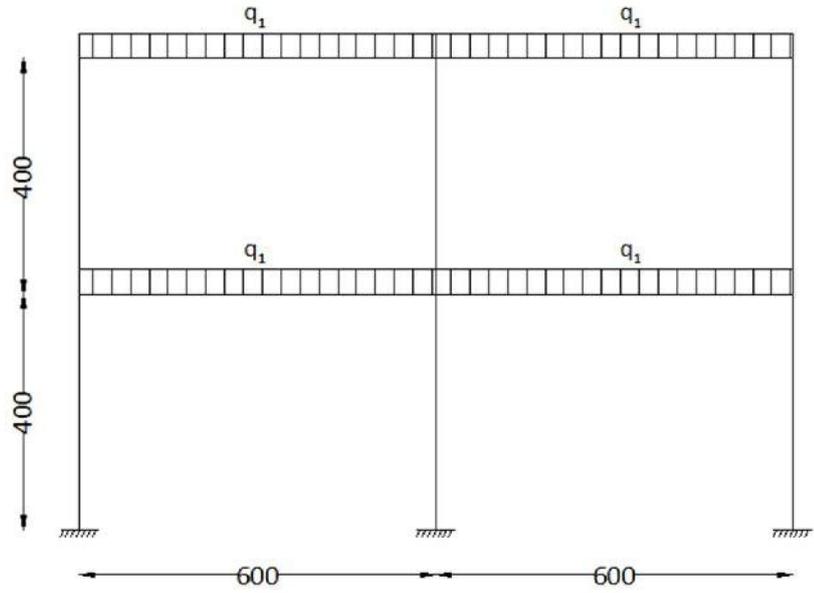
	Beban Terpusat (ton)	Beban Merata (ton/m)
Kondisi 1	2,500	1,000
	3,125	1,125
	3,750	1,250
Kondisi 2	2,500	1,000
	3,125	1,125
	3,750	1,250



Gambar 4. Geometri portal (ukuran dalam cm)



Gambar 5. Portal dengan beban terpusat



Gambar 6. Portal dengan beban merata

HASIL DAN PEMBAHASAN

Portal dengan Beban Terpusat

Hasil analisa portal 2 dimensi akibat beban terpusat menunjukkan kecenderungan pengurangan (reduksi) nilai momen terfaktor, yang mana balok pada kondisi 1 (memperhitungkan panjang bersih balok) mempunyai momen terfaktor yang lebih kecil dibanding balok pada kondisi 1 (memperhitungkan

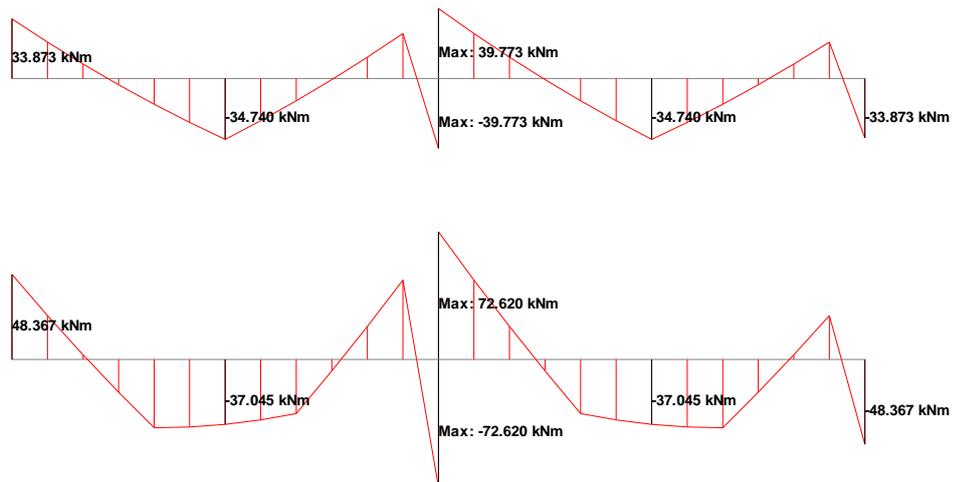
panjang balok dari pusat ke pusat kolom). Hal ini berlaku untuk semua balok, pada level 1 dan level 2.

Pengurangan nilai momen terfaktor terjadi pada semua taraf pembebanan terpusat yang bekerja pada portal. Untuk balok level 1, rata-rata pengurangan sebesar 6,070 % untuk beban hidup dan 6,811 % untuk beban kombinasi. Sedangkan untuk balok level 2 rata-rata pengurangan sebesar 4,895 % untuk beban hidup dan 6,252 % untuk beban kombinasi.

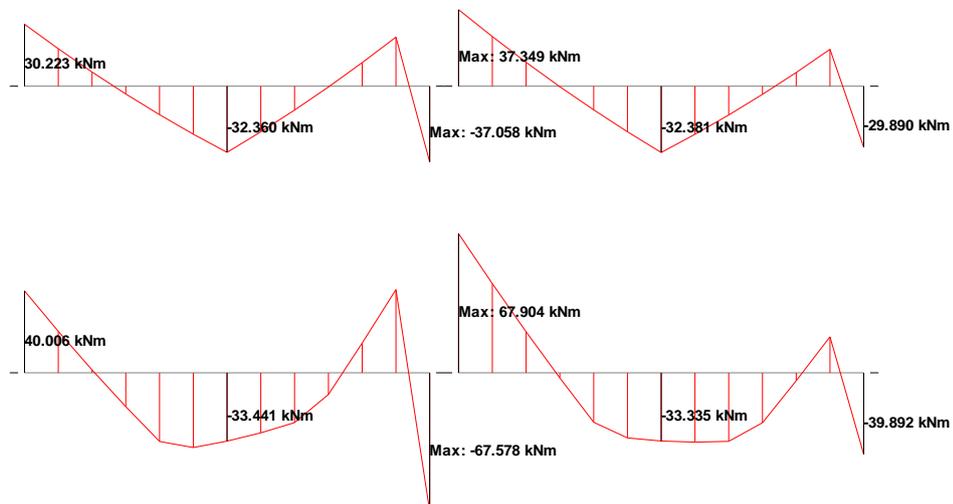
Tabel 2. Momen ultimit akibat beban terpusat 2,5 ton

Pengaruh	Level Balok 1		Selisih (kNm)	Prosentase
	Momen Ultimit (kNm)			
	Kondisi 1	Kondisi 2		
Beban Mati	11,727	10,589	1,138	10,747
Beban Hidup	36,592	34,498	2,094	6,070
Kombinasi (mati + hidup)	72,620	67,904	4,716	6,945
	Level Balok 2			
	Momen Ultimit (kNm)			
	Kondisi 1	Kondisi 2		
Beban Mati	7,427	6,608	0,819	12,394
Beban Hidup	19,287	18,387	0,900	4,895
Kombinasi (mati + hidup)	39,773	37,349	2,424	6,490

Sumber: Hasil analisis



Gambar 7. Diagram momen akibat beban (kombinasi) 2,5 ton kondisi 1

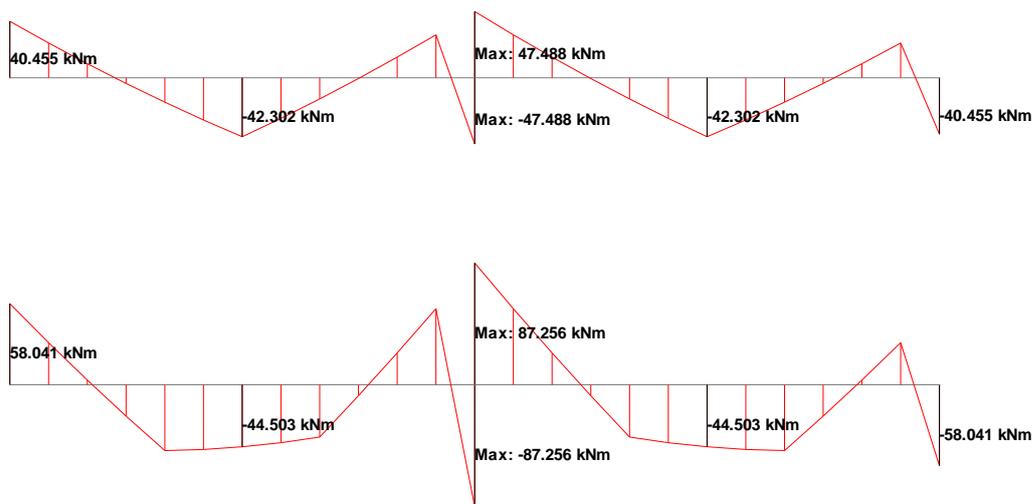


Gambar 8. Diagram momen akibat beban (kombinasi) 2,5 ton kondisi 2

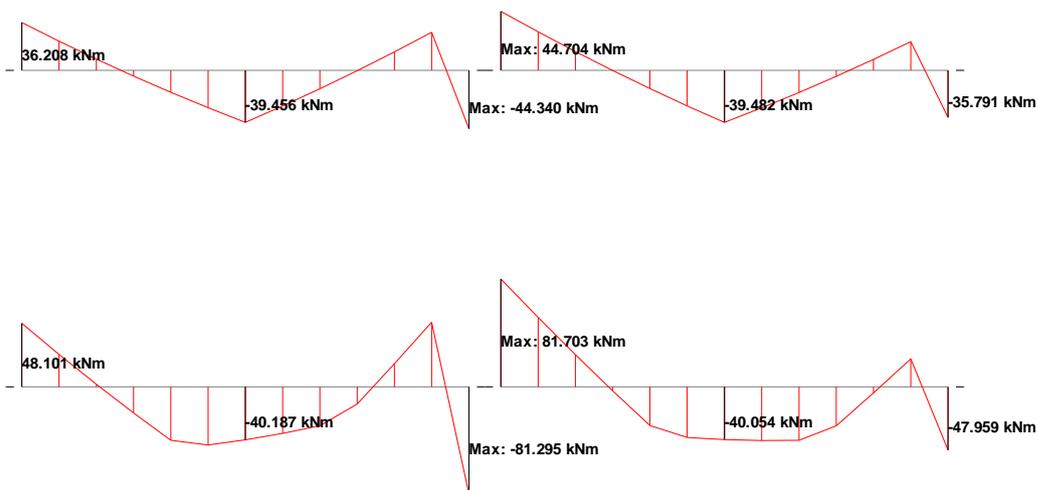
Tabel 3. Momen ultimit akibat beban terpusat 3,125 ton

Pengaruh	Level Balok 1		Selisih (kNm)	Prosentase			
	Momen Ultimit (kNm)						
	Kondisi 1	Kondisi 2					
Beban Mati	11,727	10,589	1,138	10,747			
Beban Hidup	45,740	43,122	2,618	6,071			
Kombinasi (mati + hidup)	87,256	81,703	5,553	6,797			
	Level Balok 2						
	Beban Mati	7,427			6,608	0,819	12,394
	Beban Hidup	24,109			22,984	1,125	4,895
	Kombinasi (mati + hidup)	47,488			44,704	2,784	6,228

Sumber: Hasil analisis



Gambar 9. Diagram momen akibat beban (kombinasi) 3,125 ton kondisi 1



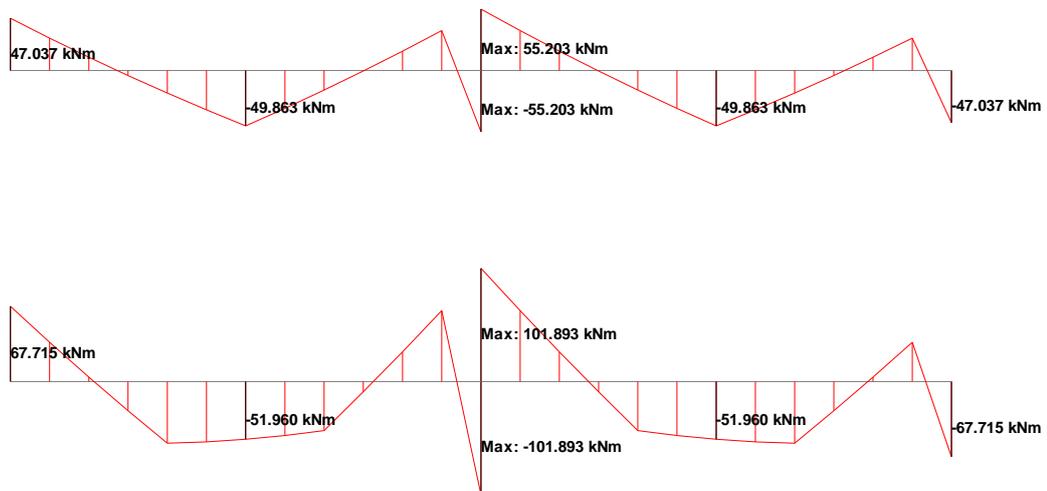
Gambar 10. Diagram momen akibat beban (kombinasi) 3,125 ton kondisi 2

Tabel 4. Momen ultimit akibat beban terpusat 3,750 ton

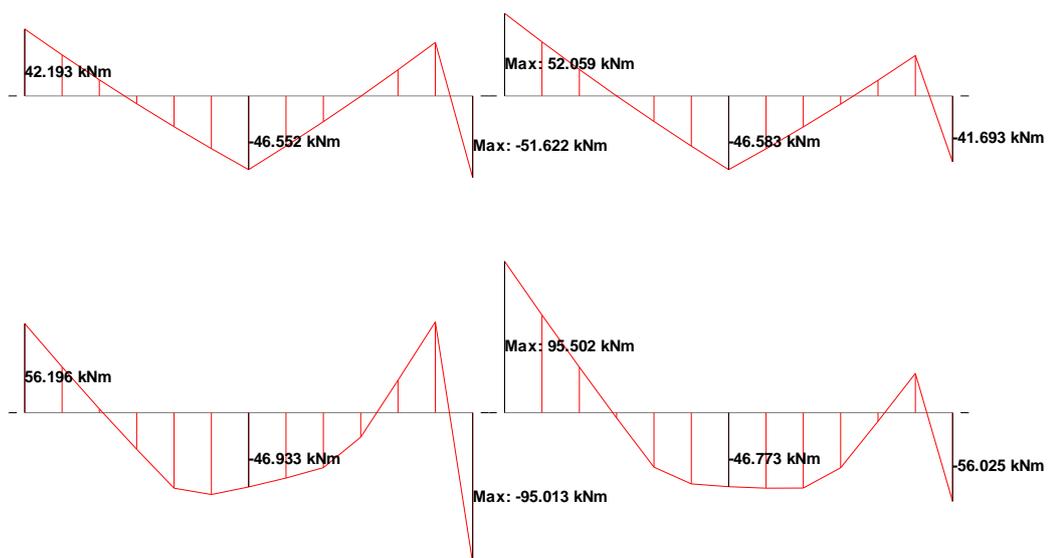
Pengaruh	Level Balok 1		Selisih (kNm)	Prosentase
	Momen Ultimit (kNm)			
	Kondisi 1	Kondisi 2		
Beban Mati	11,727	10,589	1,138	10,747
Beban Hidup	54,888	51,747	3,141	6,070
Kombinasi (mati + hidup)	101,893	95,502	6,391	6,692

Pengaruh	Level Balok 2		Selisih (kNm)	Prosentase
	Momen Ultimit (kNm)			
	Kondisi 1	Kondisi 2		
Beban Mati	7,427	6,608	0,819	12,394
Beban Hidup	28,931	27,581	1,350	4,895
Kombinasi (mati + hidup)	55,203	52,059	3,144	6,039

Sumber : Hasil Analisis



Gambar 11. Diagram momen akibat beban (kombinasi) 3,750 ton kondisi 1



Gambar 12. Diagram momen akibat beban (kombinasi) 3,750 ton kondisi 2

Momen ultimit (terfaktor) dari ketiga taraf beban di atas (2,5 t, 3,125 t dan 3,75 t) mempunyai pola yang sama jika dilihat dari kecenderungan berkurangnya momen terfaktor. Khusus untuk momen terfaktor akibat beban mati, nilainya tetap sama untuk semua taraf pembebanan karena hanya memperhitungkan berat sendiri dari struktur.

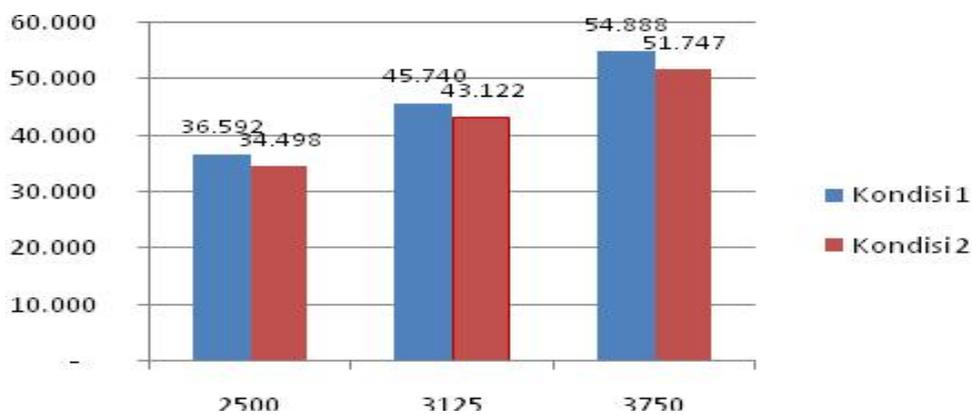
Balok level 1 mempunyai momen terfaktor yang lebih besar dari balok level 2. Hal ini disebabkan karena beban terpusat yang bekerja pada balok level 1 lebih besar dari balok pada level 2. Secara prosentase, selisih momen terfaktor cenderung naik dari pengaruh beban hidup sampai kombinasi beban (mati + hidup). Untuk momen terfaktor akibat beban mati mempunyai selisih yang terbesar, yang disebabkan karena terdapat perbedaan ukuran penampang balok. Balok pada level 1 mempunyai ukuran yang lebih besar (30/50) jika

dibandingkan dengan balok level 2 (25/40). Semakin besar penampang balok akan menyebabkan semakin besar pula berat sendiri (*self weight*).

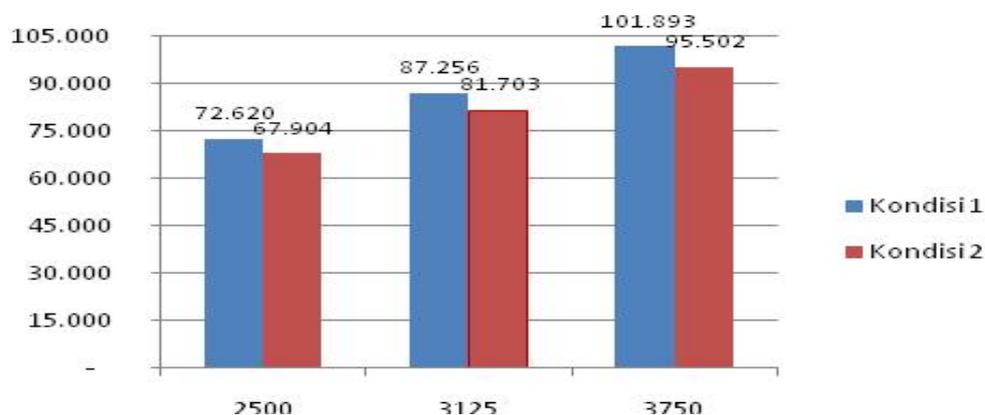
Perbedaan momen terfaktor pada balok untuk kondisi 1 dan kondisi 2 terlihat jelas pada diagram batang Gambar 13 dan Gambar 14.

Portal dengan Beban Merata

Dari hasil analisa portal 2 dimensi untuk beban merata, diperoleh hasil bahwa pengurangan momen terfaktor yang terjadi lebih besar dari 10%. Untuk balok level 1, rata-rata pengurangan sebesar 11,458 % untuk beban hidup dan 11,316 % untuk beban kombinasi. Sedangkan pada balok level 2 rata-rata pengurangan sebesar 12,181 % untuk beban hidup dan 12,212 % untuk beban kombinasi.



Gambar 13. Perbandingan momen terfaktor akibat beban hidup

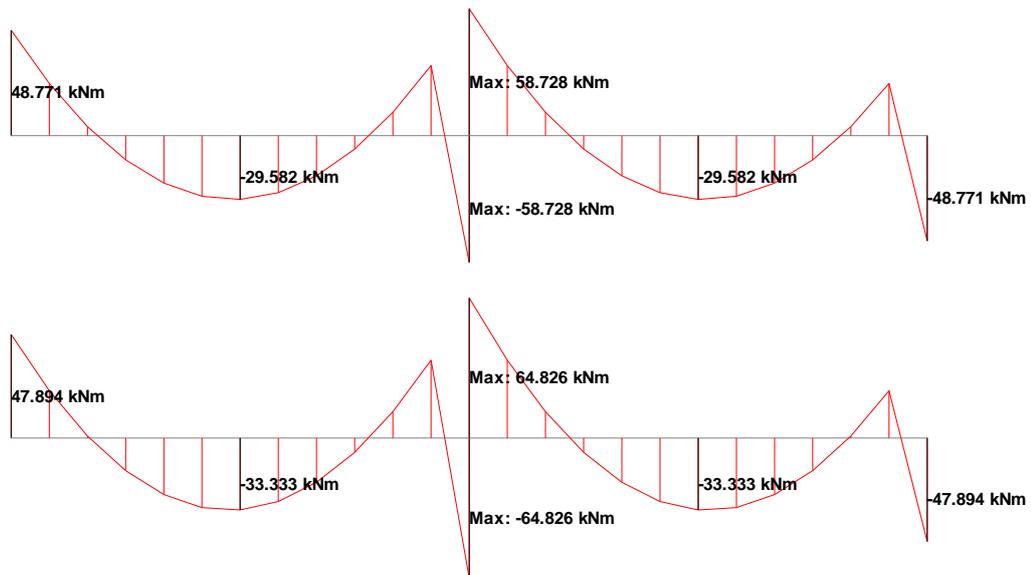


Gambar 14. Perbandingan momen terfaktor akibat beban kombinasi

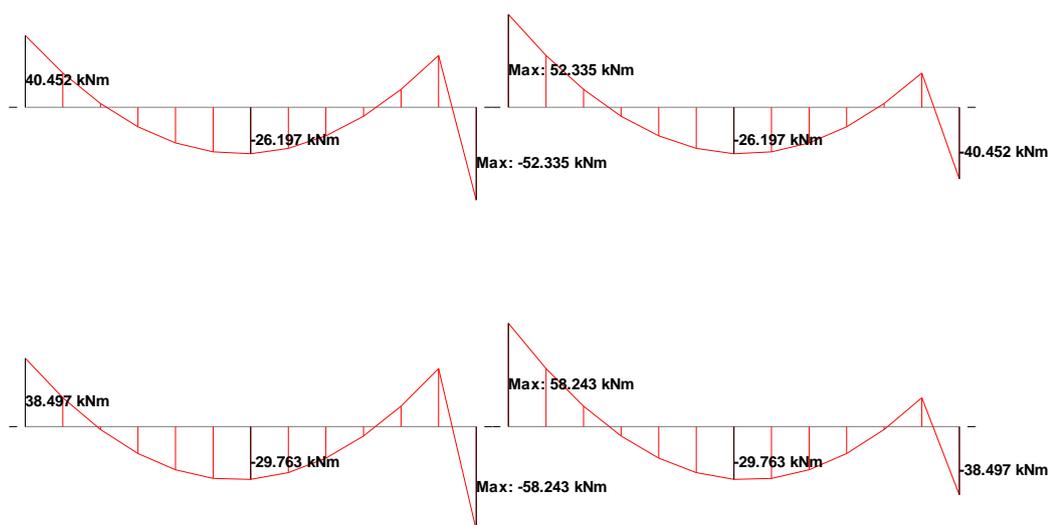
Tabel 5. Momen terfaktor akibat beban merata 1 ton/m

Pengaruh	Level Balok 1		Selisih (kNm)	Prosentase
	Momen Terfaktor (kNm)			
	Kondisi 1	Kondisi 2		
Beban Mati	11,727	10,589	1,138	10,747
Beban Hidup	31,721	28,460	3,261	11,458
Kombinasi (mati + hidup)	64,826	58,243	6,583	11,303
	Level Balok 2			
	Momen Terfaktor (kNm)			
	Kondisi 1	Kondisi 2		
Beban Mati	7,427	6,608	0,819	12,394
Beban Hidup	31,135	27,754	3,381	12,182
Kombinasi (mati + hidup)	58,728	52,335	6,393	12,216

Sumber: Hasil Analisis



Gambar 15. Diagram momen akibat beban (kombinasi) 1 ton/m kondisi 1

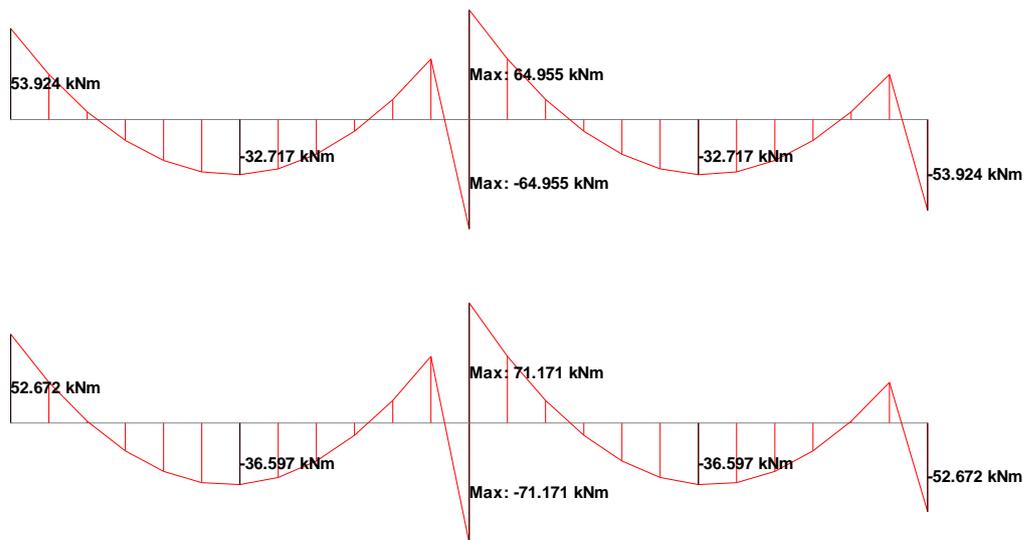


Gambar 16. Diagram momen akibat beban (kombinasi) 1 ton/m kondisi 2

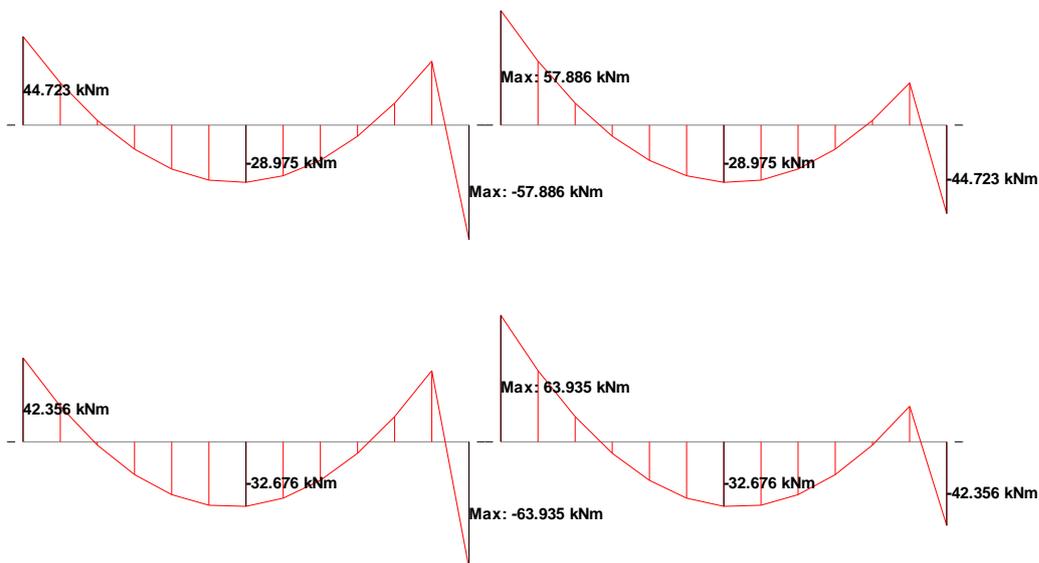
Tabel 6. Momen terfaktor akibat beban merata 1,125 ton/m

Pengaruh	Level Balok 1		Selisih (kNm)	Prosentase			
	Momen Terfaktor (kNm)						
	Kondisi 1	Kondisi 2					
Beban Mati	11,727	10,589	1,138	10,747			
Beban Hidup	35,686	32,017	3,669	11,460			
Kombinasi (mati + hidup)	71,171	63,935	7,236	11,318			
	Level Balok 2						
	Beban Mati	7,427			6,608	0,819	12,394
	Beban Hidup	35,026			31,223	3,803	12,180
	Kombinasi (mati + hidup)	64,955			57,886	7,069	12,212

Sumber: Hasil Analisis



Gambar 17. Diagram momen akibat beban (kombinasi) 1,125 ton/m kondisi 1

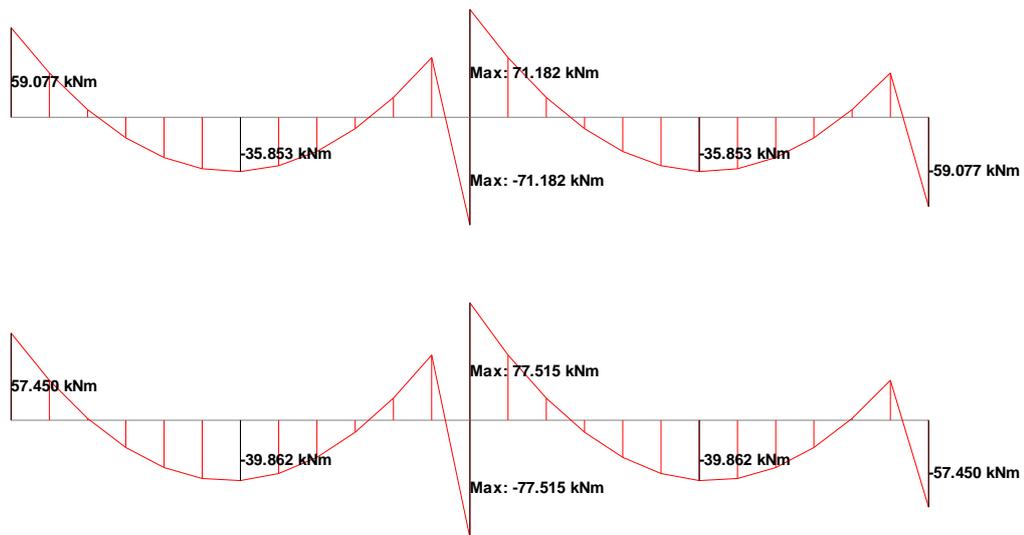


Gambar 18. Diagram momen akibat beban (kombinasi) 1,125 ton/m kondisi 2

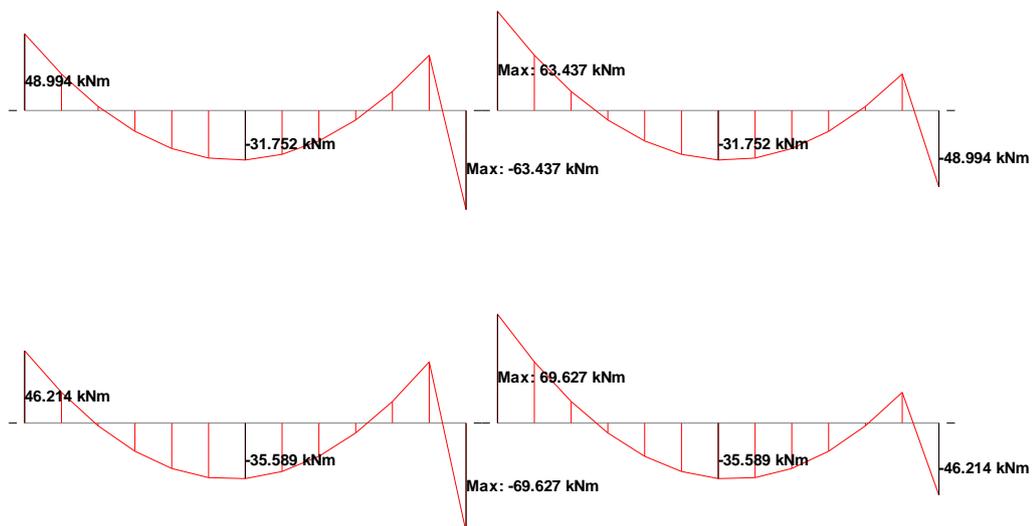
Tabel 7. Momen terfaktor akibat beban merata 1,250 ton/m

Pengaruh	Level Balok 1		Selisih (kNm)	Prosentase			
	Momen Terfaktor (kNm)						
	Kondisi 1	Kondisi 2					
Beban Mati	11,727	10,589	1,138	10,747			
Beban Hidup	39,651	35,575	4,076	11,457			
Kombinasi (mati + hidup)	77,515	69,627	7,888	11,329			
	Level Balok 2		Selisih (kNm)	Prosentase			
	Beban Mati	7,427			6,608	0,819	12,394
	Beban Hidup	38,918			34,692	4,226	12,181
	Kombinasi (mati + hidup)	71,182			63,437	7,745	12,209

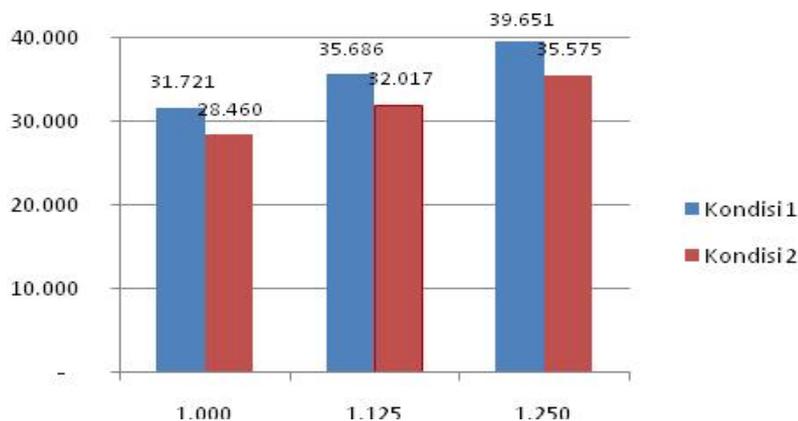
Sumber : Hasil Analisis



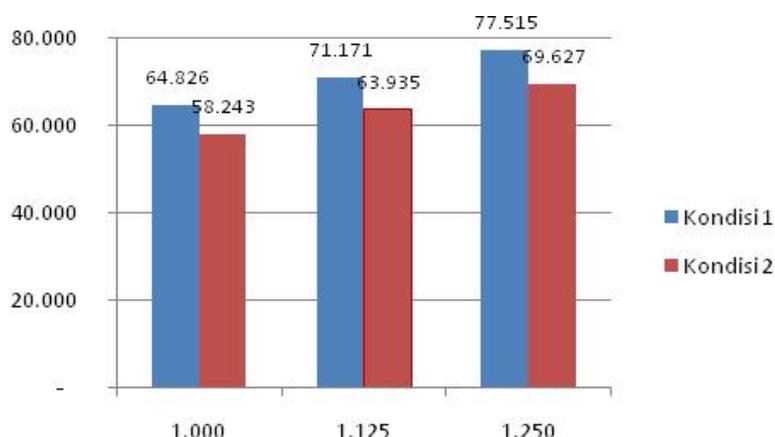
Gambar 19. Diagram momen akibat beban (kombinasi) 1,250 ton/m kondisi 1



Gambar 20. Diagram momen akibat beban (kombinasi) 1,250 ton/m kondisi 2



Gambar 21. Perbandingan momen terfaktor akibat beban (merata) hidup



Gambar 21. Perbandingan momen terfaktor akibat beban (merata) kombinasi

Pada Gambar 21 dan Gambar 22 di atas diberikan diagram batang yang memperlihatkan perbedaan momen terfaktor akibat beban merata. Jika dibandingkan dengan penurunan momen terfaktor yang terjadi antara pembebanan terpusat dan pembebanan merata, maka prosentase penurunan momen terfaktor untuk beban merata lebih besar dari penurunan yang terjadi untuk beban terpusat. Hal ini disebabkan karena pada beban merata, beban terdistribusi secara merata di sepanjang balok sehingga momen lentur yang terjadi lebih kecil. Dengan semakin kecil momen maka selisih yang terjadi semakin besar. Ini dibuktikan pada taraf pembebanan merata 1,250 t/m, apabila dijadikan beban terpusat akan menjadi 7,5 ton yang sama dengan total beban terpusat pada balok level 1 (beban 3,75 ton).

Dari dua tipe pembebanan yang bekerja pada portal, selisih momen terfaktor terbesar terjadi pada beban merata dan akan terlihat dengan jelas pada analisa portal bertingkat sebagai model dari bangunan bertingkat banyak (*multi history buildings*).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hasil analisa portal 2 dimensi untuk beban terpusat dan beban merata menunjukkan bahwa dari ketiga taraf pembebanan untuk masing-masing tipe pembebanan terjadi pengurangan momen terfaktor. Momen terfaktor kondisi 2 (memperhitungkan panjang bersih balok) mempunyai nilai yang lebih kecil dibandingkan momen terfaktor kondisi 1 (memperhitungkan panjang balok dari pusat ke pusat kolom)
2. Pada portal yang menerima beban terpusat, untuk balok level 1, rata-rata pengurangan sebesar 6,070 % untuk beban hidup dan 6,811 % untuk beban kombinasi. Sedangkan untuk balok level 2 rata-rata pengurangan sebesar 4,895 % untuk beban hidup dan 6,252 % untuk beban kombinasi.
3. Pada portal yang menerima beban merata, untuk balok level 1, rata-rata pengurangan sebesar 11,458 % untuk beban hidup dan 11,316 % untuk beban kombinasi. Sedangkan pada balok level 2

rata-rata pengurangan sebesar 12,181 % untuk beban hidup dan 12,212 % untuk beban kombinasi.

4. Pengurangan momen terfaktor lebih besar terjadi pada portal yang menerima beban merata. Hal ini disebabkan karena pada beban merata, beban terdistribusi secara merata di sepanjang balok sehingga momen lentur yang terjadi lebih kecil.
5. Untuk momen terfaktor akibat beban mati, nilainya tetap sama untuk semua taraf pembebanan karena hanya memperhitungkan berat sendiri dari struktur.

Saran

1. Dilakukan penelitian pembebanan tidak simetri.
2. Dilakukan penelitian dengan memperhitungkan pengaruh beban lain seperti beban angin, gempa.
3. Dapat dilakukan penelitian untuk portal 3 dimensi karena pada kenyataannya struktur berbentuk 3 dimensi sehingga akan diperoleh hasil yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Alkaff, 2005, *STAAD 2004 Untuk Orang Awam*, Maxikom, Palembang.

Alkaff, 2006, *STAAD 2004 Untuk Tingkat Menengah*, Maxikom, Palembang.

Arfiadi. Yoyong, 2011, *Analisis Struktur dengan Metode Matriks Kekakuan*, Cahaya Atma Pustaka, Yogyakarta.

Khurmi. R. S, 1961, *Theory of Structures*, S. Chand & Company Ltd, New Delhi.

Suhendro, 2011, *Analisa Struktur Metode Matriks*, Beta Offset, Yogyakarta.

Park. R., Paulay.T., 1975, *Reinforced Concrete Structures*, Wiley, New York.

Supartono F. X, Boen Teddy, 2007, *Analisa Struktur Dengan Matriks*, UI Press, Jakarta.

Yu Hsieh, 1983, *Teori Dasar Struktur Edisi Kedua*, Diterjemahkan Oleh: Suryadi, Erlangga, Jakarta.