

# PERBANDINGAN PERANCANGAN JUMLAH DAN LUASAN TULANGAN BALOK DENGAN CARA ACI DAN MENGGUNAKAN PROGRAM STAAD2004

Achmad Saprudin , Nurul Chayati

Alumni Jurusan Teknik Sipil □ Fakultas Teknik □ UIKA Bogor  
Jurusan Teknik Sipil □ Fakultas Teknik □ UIKA Bogor

Perhitungan jumlah dan luasan tulangan balok beton bertulang dapat dilakukan secara ACI dan dengan menggunakan program STAAD2004. Perancangan jumlah dan luasan tulangan balok beton bertulang menggunakan program STAAD2004 lebih mudah dan praktis dibandingkan dengan cara ACI. Diameter tulangan dan jumlah tulangan balok secara otomatis di proses dalam program STAAD2004, sedangkan secara ACI ditentukan terlebih dahulu dimensi tulangannya. Perancangan untuk beton bertulang dengan menggunakan program STAAD2004 tidak ekonomis. Dari Hasil analisis, selisih rata-rata prosentase luasan tulangan total balok secara ACI, dan dengan menggunakan program STAAD2004 adalah untuk tulangan tarik antara 0,00 % sampai dengan 28,33% dan untuk tulangan tekan antara 27,14 % sampai dengan 38,00 %.

**Kata-kata kunci:** Program STAAD2004, beton bertulang, tulangan tarik dan tekan.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Beton bertulang merupakan gabungan dari dua jenis bahan, yaitu beton yang memiliki kekuatan tekan yang tinggi akan tetapi kekuatan tarik yang rendah, dan batang-batang baja yang ditanam di dalam beton dapat memberikan kekuatan tarik yang diperlukan. Pembangunan konstruksi dengan beton bertulang merupakan jenis konstruksi yang paling banyak digunakan karena mudah dalam mendapatkan material dan pelaksanaannya. Perancangan struktur beton bertulang dapat dilakukan dengan Metode ACI dan menggunakan Program STAAD2004.

### 1.2 Tujuan Penelitian

Pada saat perhitungan jumlah dan luasan tulangan balok beton bertulang pada bangunan kantor lima lantai mengandung beberapa tujuan yang ingin dicapai, yaitu:

1. Menghasilkan jumlah dan luasan tulangan balok dengan cara ACI.
2. Menghasilkan jumlah dan luasan tulangan balok menggunakan program STAAD2004.
3. Mendapatkan hasil perbandingan perancangan dengan cara ACI dan yang menggunakan program STAAD2004 dalam hal ketelitian dan efisiensi.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Analisis Pembebanan

Ketentuan-ketentuan mengenai pembebanan dan definisi beban-beban yang bekerja pada struktur adalah sebagai berikut:

1) **BEBAN MATI** ialah berat dari semua bagian suatu gedung yang bersifat tetap,

termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu.

2) **BEBAN HIDUP** ialah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, serta peralatan

yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung tersebut, termasuk beban akibat air hujan pada atap.

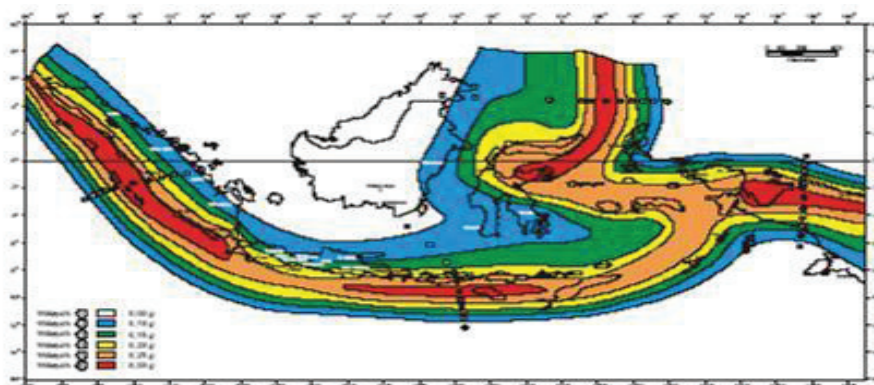
3) **BEBAN ANGIN** ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung oleh selisih dalam tekanan udara. Berdasarkan PPPURG 1987 pasal 2.1.3 (1) beban angin ditentukan dengan menganggap adanya tekanan angin positif (angin tekan) dan tekanan angin negatif (angin hisap) yang bekerja tegak lurus pada bidang-bidang yang ditinjau. Besarnya tekanan angin positif (angin tekan) dan tekanan angin negatif (angin

hisap) dinyatakan dalam  $\text{Kg/cm}^2$ , ditentukan dengan mengalikan tekanan angin dengan koefisien-koefisien angin yang ditentukan dalam pasal 2.1.3 (3).

Untuk desain bangunan gedung kantor yang merupakan gedung tertutup, maka besarnya koefisien angin tekan ditentukan sekitar 0,02

$\phi - 0,4$  (untuk  $\phi < 65^0$ ) dan koefisien angin hisap sebesar  $-0,4$ .

4) **BEBAN GEMPA** ialah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa tersebut.



Gambar 1 Daerah gempa di Indonesia

5) **BEBAN KHUSUS** ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang terjadi akibat selisih suhu, pengangkatan dan pemasangan, penurunan pondasi, susut, gaya-gaya tambahan yang berasal dari beban hidup, seperti gaya rem yang berasal dari keran, gaya sentrifugal dan gaya dinamis yang berasal dari mesin-mesin, serta pengaruh-pengaruh khusus lainnya.

Struktur yang direncanakan kekuatannya harus lebih besar dari kekuatan yang diperlukan dalam menahan gaya-gaya yang bekerja, atau

$$Kuat\ rencana > Kuat\ perlu$$

Agar struktur dan komponen struktur memenuhi syarat kekuatan dan layak pakai terhadap macam-macam kombinasi beban, maka harus dipenuhi ketentuan dari faktor beban yang termuat dalam SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.2.2, yaitu:

**2.2 Persyaratan Kekuatan**

**1) Kuat Perlu**

Kuat perlu terbagi dalam 5 kombinasi pembebanan, yaitu :

- a) Kuat perlu (U) yang menahan beban mati (D) dan beban hidup (L), paling tidak harus sama dengan:

$$U = 1,2 D + 1,6 L$$

- b) Kuat perlu (U) yang menahan beban mati (D), beban hidup (L) dan beban angin (W), yaitu:

$$U = 0,75 (1,2 D + 1,6 L + 1,6 W)$$

**2) Kuat Rencana**

Dalam menentukan kuat rencana suatu komponen struktur, maka kuat minimum harus direduksi dengan faktor reduksi kekuatan yang ditentukan dalam SK SNI T – 15–1991–03 pasal 3.2.3 (2). Faktor reduksi dimaksud tercantum dalam tabel 1.

Tabel 1 Faktor reduksi kekuatan

No.	Uraian	Faktor Reduksi (Φ)
1.	Lentur tanpa beban aksial	0,80
2.	Aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur	0,80
3.	Aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur:	0,70
4.	a. Komponen struktur dengan tulangan spiral	0,65
5.	b. Komponen struktur sengkang ikat.	0,60
		0,70

**2.3 Asumsi perancangan**

Perancangan pada komponen struktur beton ini dilakukan dengan metode perancangan beban ultimit (*Ultimate Strength Design Method, USD Method*) yang didasarkan atas asumsi-asumsi sebagai berikut:

- 1) Bidang penampang rata sebelum terjadi lenturan, tetap rata setelah terjadi lenturan dan tetap tegak lurus terhadap sumbu dari komponen struktur yang ditinjau (Prinsip *Bernoulli*).
- 2) Tegangan sebanding dengan regangan hanya sampai pada beban sedang, dimana tegangan tekan beton tidak melampaui  $\pm \frac{1}{2} f_c'$ . Untuk beban sampai beban ultimit, maka tegangan yang timbul tidak sebanding lagi dengan regangannya sehingga distribusi tegangan tekan tidak linier lagi.
- 3) Beton dianggap tidak mampu menahan tegangan

tarik, sehingga seluruh tegangan tarik yang terjadi ditahan oleh tulangan baja tarik.

- 4) Regangan beton tekan maksimum pada serat tepi tekan terluar ( $\epsilon_b'$ ) sebesar 0,003.
- 5) Balok tegangan tekan penampang beton berupa garis lengkung yang dimulai dari garis netral dan berakhir pada serat tepi tekan terluar. Namun, menurut SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.3.2 (7) distribusi tegangan lengkung dianggap persegi dan diambil nilai-nilai terkecil dari nilai-nilai panjang ekuivalen

## 2.4 Analisis Perancangan Struktur

### 1) Balok

Komponen lantai atau atap bangunan gedung struktur beton bertulang dapat berupa plat dengan seluruh beban yang didukung langsung dilimpahkan ke kolom dan selanjutnya ke pondasi bangunan. Namun, bentangan struktur plat demikian tidak dapat panjang karena pada ketebalan tertentu (termasuk berat sendiri) menghasilkan struktur yang tidak hemat dan praktis.

#### a) Balok T dan L

Sebuah balok di desain sebagai balok T dan L apabila balok beton di cor monolit dengan plat yang didukung oleh balok tersebut.

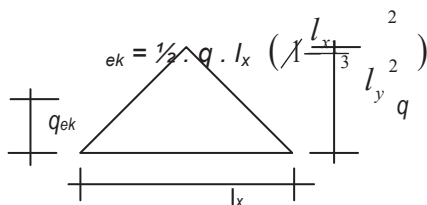
Pada SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.1.10 dicantumkan ketentuan untuk menentukan besar lebar efektif balok T, yakni sebagai berikut:

- b) Lebar efektif flens yang diperhitungkan tidak lebih besar dari dan diambil nilai-nilai terkecil dari nilai-nilai berikut:
  - $\frac{1}{4}$  panjang bentang balok
  - $b_w + 16 h_f$
  - $\frac{1}{2}$  jarak dari pusat ke pusat antar balok
- c) Untuk balok yang hanya mempunyai flens pada satu sisi (balok L), lebar efektif flens yang diperhitungkan tidak lebih besar dari

\* Untuk beban segitiga :

Untuk beban trapesium :

$$q_{ek} = \frac{1}{3} \cdot q \cdot l_x$$

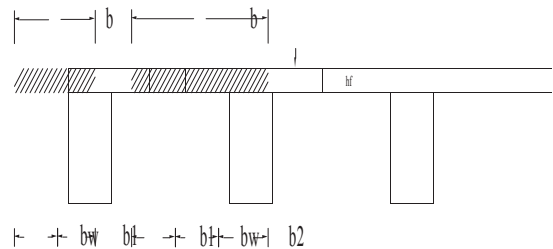


\*

nilai berikut:

- $\frac{1}{12}$  panjang bentang balok
- $6 h_f$  ( enam kali tebal plat )
- $\frac{1}{2}$  jarak dari pusat ke pusat antar balok

- d) Untuk balok yang khusus dibentuk sebagai balok T dengan maksud untuk mendapatkan tambahan luas daerah tekan, ketebalan flens tidak boleh lebih besar dari setengah lebar balok ( $\frac{1}{2} b_w$ ) dan lebar flens total tidak boleh lebih dari empat kali lebar balok ( $4 b_w$ ).

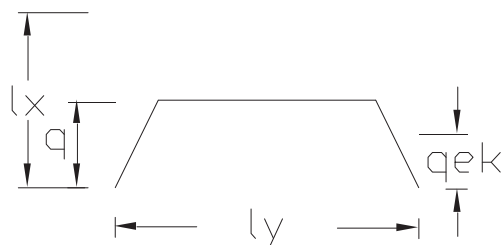


Gambar 2. Lebar efektif dari balok T dan balok L

### 2) Pembebanan

Balok selain memikul berat sendiri juga memikul berat dari plat. Beban plat di atasnya didistribusikan kepada balok-balok yang mendukung plat tersebut. Distribusi beban plat tersebut berupa beban merata trapesium yang disalurkan pada balok yang lebih panjang dan beban merata segitiga yang disalurkan kepada balok yang lebih pendek yang dirubah menjadi beban merata persegi panjang yang disebut dengan beban ekuivalen ( $q_{ek}$ ).

Rumus beban ekuivalen diberikan sebagai berikut di bawah ini :



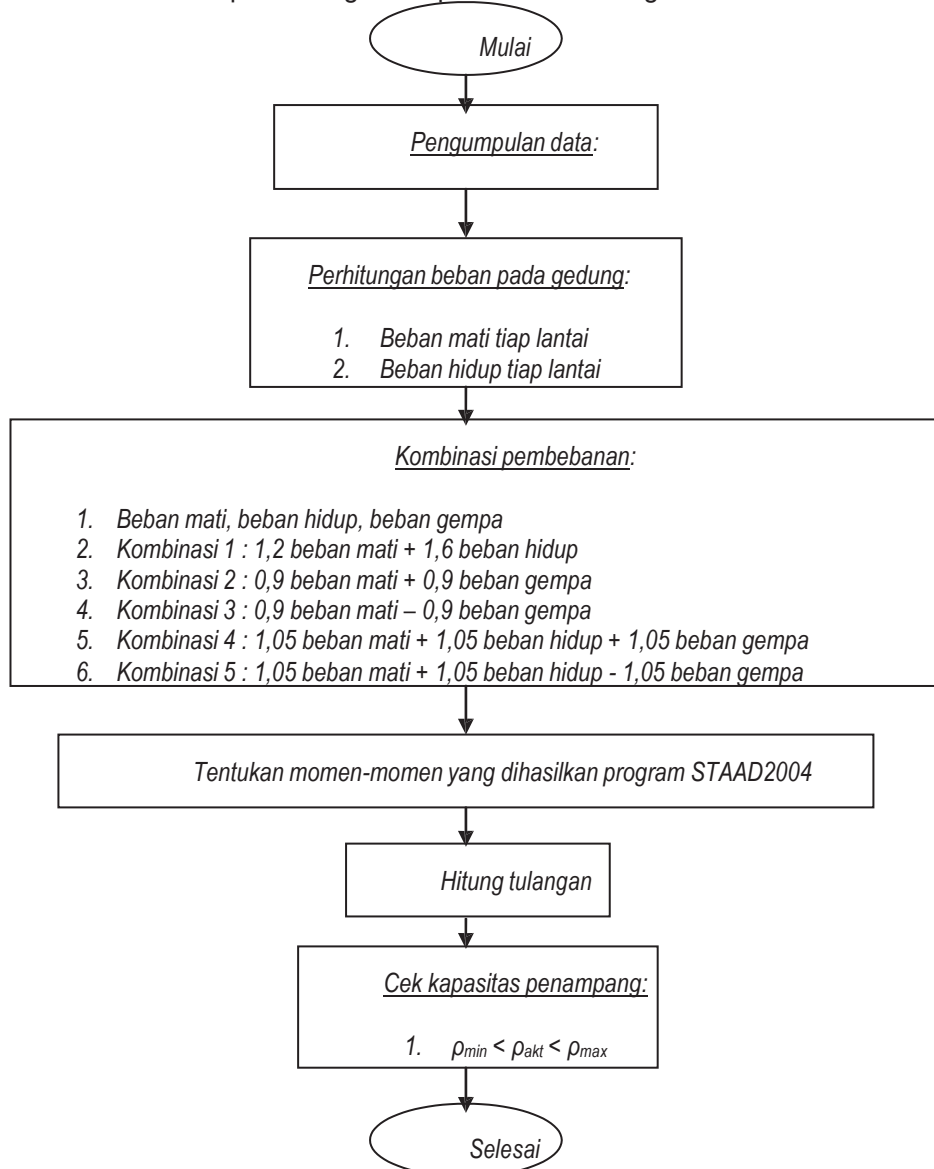
STAAD (*Structural Analysis And Design*) adalah salah satu program analisis struktur yang saat ini telah banyak digunakan didunia. STAAD menggunakan teknologi yang paling modern. Program STAAD dikembangkan oleh tim dengan pengalaman lebih dari 20 tahun

yang diadakan di USA, Kanada, dan Eropa dalam merumuskan metode ini. Program STAAD Pro 2004 merupakan generasi terbaru versi STAAD sebelumnya dan telah teruji sebagai perangkat lunak rancang bangun struktur terbaik di dunia. Dari penelitian dan pengembangan yang dilakukan oleh

Research Engineers, Intl., program ini dapat melakukan desain struktur sesuai dengan kode yang berlaku di 30 negara. Bahkan sampai saat ini program ini sudah memiliki lebih dari 150.000 cabang instalasi, 15.000 klien, dan sertifikasi NRC/NUPIC, STAAD.

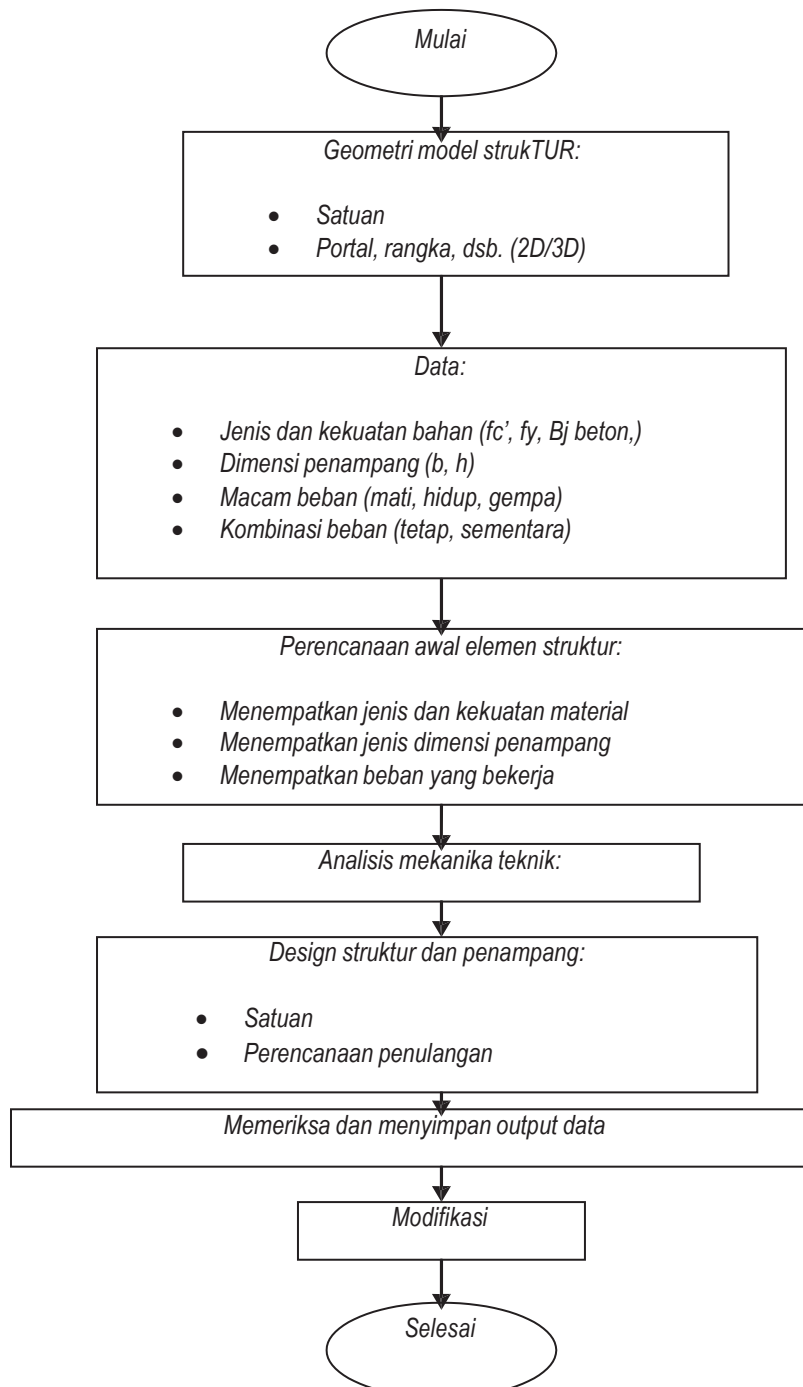
### 3.. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Berikut disampaikan bagan alir perencanaan dengan metode ACI:



Gambar 3. Diagram alir metodologi penelitian dengan Metode ACI

3.2 Bagan alir perancangan dengan menggunakan Program STAAD2004



Gambar 4. Diagram alir Perancangan dengan Menggunakan STAAD2004

#### 4.. TATA KERJA PERANCANGAN

##### 4.1 Perancangan balok beton bertulang menggunakan Metode ACI

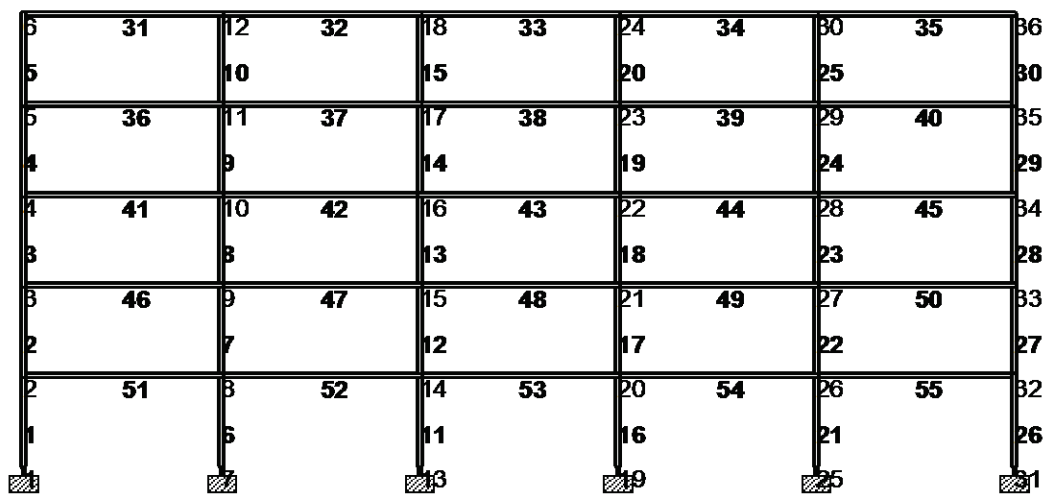
Rumus-rumus yang digunakan adalah sebagai berikut, yaitu:

1.  $M_n = \frac{Mu}{\phi}$
2.  $R_n = \frac{Mn}{b \times (h-d)^2}$
3.  $a = 0,59 \times \frac{fy}{fc} \times fy$
4.  $b = -fy$
5.  $c = R_n$
6.  $\rho_1 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

7.  $\rho_2 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$
8.  $\rho =$  nilai minimum dari  $\rho_1$  dan  $\rho_2$
9.  $\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y}$
10.  $\rho_b = \frac{0,85 \times \beta \times f_c}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$
11.  $\rho_{\max} = 0,75 \rho_b + 0,5 \rho$
12.  $\rho_{\text{pakai}} =$  jika  $\rho < \rho_{\min}$  maka digunakan  $\rho_{\min}$  dan jika  $\rho > \rho_{\max}$  digunakan  $\rho_{\max}$  atau  $\rho$
13.  $A_s = \rho_{\text{pakai}} \times b \times (h - d')$
14.  $A_{s_{\text{dia tul}}} = (1/4) \pi D^2$
15.  $n = \frac{A_{s_{\text{balok}}}}{A_{s_{\text{dia tul}}}}$
16.  $A_s' = 1/2 \times A_s$
17.  $\rho_{\text{aktual}} = \frac{A_{s_{\text{dia tul}}} \times n}{b(h - d')}$
18.  $d' = h - d$
19.  $d = h - \rho - \emptyset_{\text{tul seng}} - 1/2 \emptyset_{\text{tul ut}}$
20.  $A_{s_{\text{tot}}} = A_{s_{\text{tul}}} \times n$
21.  $a = \frac{(A_{s_{\text{dia tul}}} \times n - A_{s'_{\text{dia tul}}} \times n) \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b}$
22.  $Mn_{\text{akt}} = (A_{s_{\text{tul}}} \times n) - (A_{s'_{\text{tul}}} \times n) \times f_y (h - d') - \frac{a}{2} + A_{s'_{\text{tul}}} \times n \times (h - d') \times f_y$

#### 4.2 Perancangan balok beton bertulang menggunakan Program STAAD2004

Perancangan balok portal arah X



Gambar 5. Perancangan balok portal Arah X

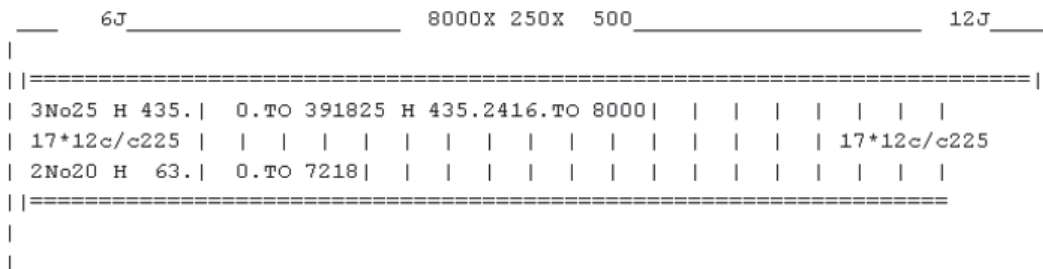
Tabel 2 Contoh perhitungan penampang Arah X

BEAM NO. 31 DESIGN RESULTS - FLEXURE PER CODE ACI 318-02						
LEN - 8000. MM FY - 392. FC - 25. MPA, SIZE - 250. X 500. MMS						
LEVEL	HEIGHT (MM)	BAR INFO	FROM (MM)	TO (MM)	ANCHOR STA END	
1	63.	2 - 20MM	0.	7218.	YES	NO
2	435.	3 - 25MM	0.	3918.	YES	NO
3	435.	3 - 25MM	2416.	8000.	NO	YES

BEAM NO. 31 DESIGN RESULTS - SHEAR

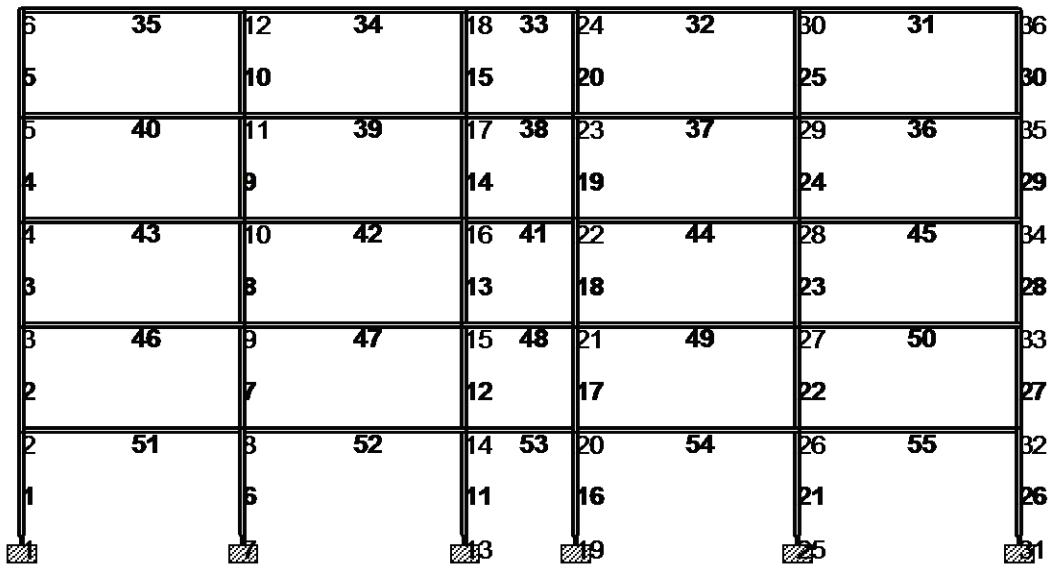
AT START SUPPORT - Vu= 105.00 KNS Vc= 58.46 KNS Vs= 81.55 KNS  
 Tu= 0.00 KN-MET Tc= 1.5 KN-MET Ts= 0.0 KN-MET LOAD 8  
 NO STIRRUPS ARE REQUIRED FOR TORSION.  
 REINFORCEMENT IS REQUIRED FOR SHEAR.  
 PROVIDE 12 MM 2-LEGGED STIRRUPS AT 225. MM C/C FOR 3565. MM  
 ADDITIONAL LONGITUDINAL STEEL REQD. FOR TORSIONAL RESISTANCE = 0.00 SQ.CM.

AT END SUPPORT - Vu= 114.46 KNS Vc= 93.01 KNS Vs= 59.60 KNS  
 Tu= 0.00 KN-MET Tc= 3.8 KN-MET Ts= 0.0 KN-MET LOAD 4  
 NO STIRRUPS ARE REQUIRED FOR TORSION.  
 REINFORCEMENT IS REQUIRED FOR SHEAR.  
 PROVIDE 12 MM 2-LEGGED STIRRUPS AT 225. MM C/C FOR 3565. MM  
 ADDITIONAL LONGITUDINAL STEEL REQD. FOR TORSIONAL RESISTANCE = 0.00 SQ.CM.



ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo
3#25	3#25	3#25	3#25	3#25	3#25	3#25
2#20	2#20	2#20	2#20	2#20	2#20	
oo	oo	oo	oo	oo	oo	

Perancangan balok portal arah Y



Gambar 6. Perancangan balok portal arah Y

Tabel 3 Contoh perhitungan penampang Arah Y

**BEAM NO. 31 DESIGN RESULTS - FLEXURE PER CODE ACI 318-02**

LEN - 8000. MM FY - 392. FC - 25. MPA, SIZE - 250. X 500. MMS

LEVEL	HEIGHT (MM)	BAR INFO	FROM (MM)	TO (MM)	ANCHOR STA	END
1	61.	3 - 16MM	554.	8000.	NO	YES
2	435.	3 - 25MM	0.	5918.	YES	NO
3	435.	3 - 25MM	3749.	8000.	NO	YES

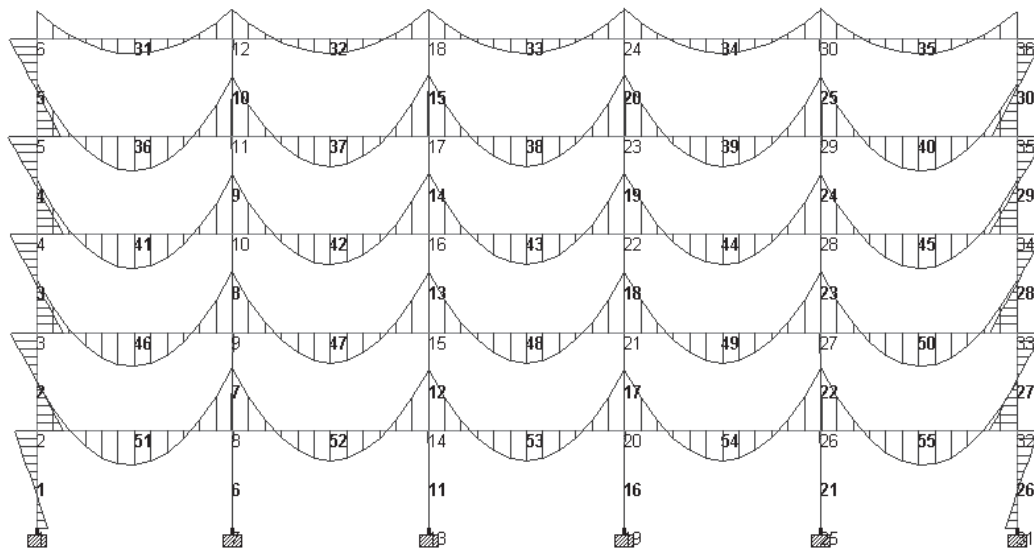
**B E A M N O . 3 1 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R**

AT START SUPPORT -  $V_u = 109.40$  KNS  $V_c = 93.64$  KNS  $V_s = 52.22$  KNS  
 $T_u = 0.00$  KN-MET  $T_c = 3.8$  KN-MET  $T_s = 0.0$  KN-MET LOAD 4  
 NO STIRRUPS ARE REQUIRED FOR TORSION.  
 REINFORCEMENT IS REQUIRED FOR SHEAR.  
 PROVIDE 12 MM 2-LEGGED STIRRUPS AT 226. MM C/C FOR 3565. MM  
 ADDITIONAL LONGITUDINAL STEEL REQD. FOR TORSIONAL RESISTANCE = 0.00 SQ.CM.

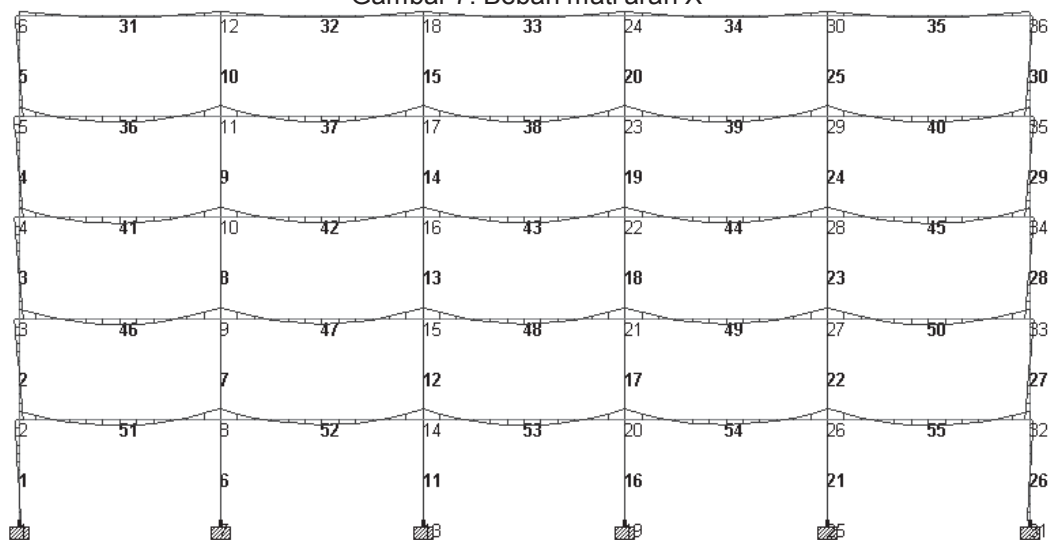
AT END SUPPORT -  $V_u = 111.63$  KNS  $V_c = 93.32$  KNS  $V_s = 55.53$  KNS  
 $T_u = 0.00$  KN-MET  $T_c = 3.8$  KN-MET  $T_s = 0.0$  KN-MET LOAD 4  
 NO STIRRUPS ARE REQUIRED FOR TORSION.  
 REINFORCEMENT IS REQUIRED FOR SHEAR.  
 PROVIDE 12 MM 2-LEGGED STIRRUPS AT 226. MM C/C FOR 3565. MM  
 ADDITIONAL LONGITUDINAL STEEL REQD. FOR TORSIONAL RESISTANCE = 0.00 SQ.CM.



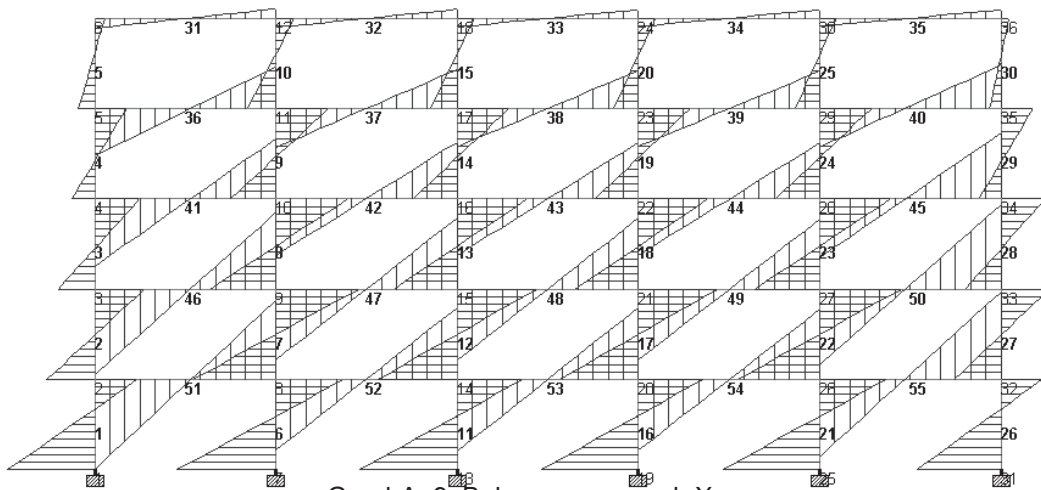
36J		8000x 250x 500			30J	
=====						
3No25 H 435.   0. TO 5918		3No25   H 435.3749. TO 8000				
17*12c/c226					17*12c/c226	
3No16   H   61. 554. TO 8000						
=====						
ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo
3#25	3#25	3#25	3#25	3#25	3#25	3#25
	3#16	3#16	3#16	3#16	3#16	3#16
	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo	ooo



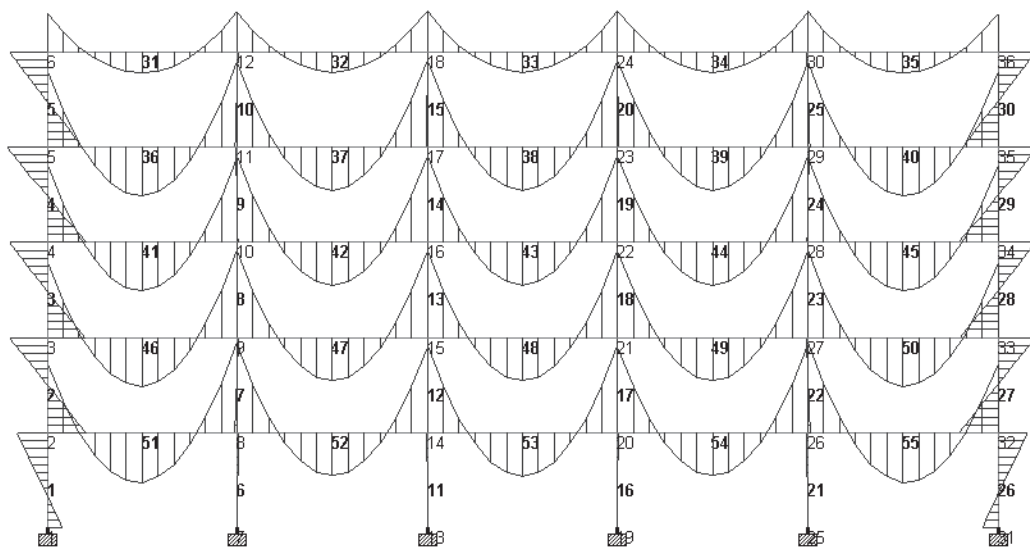
Gambar 7. Beban mati arah X



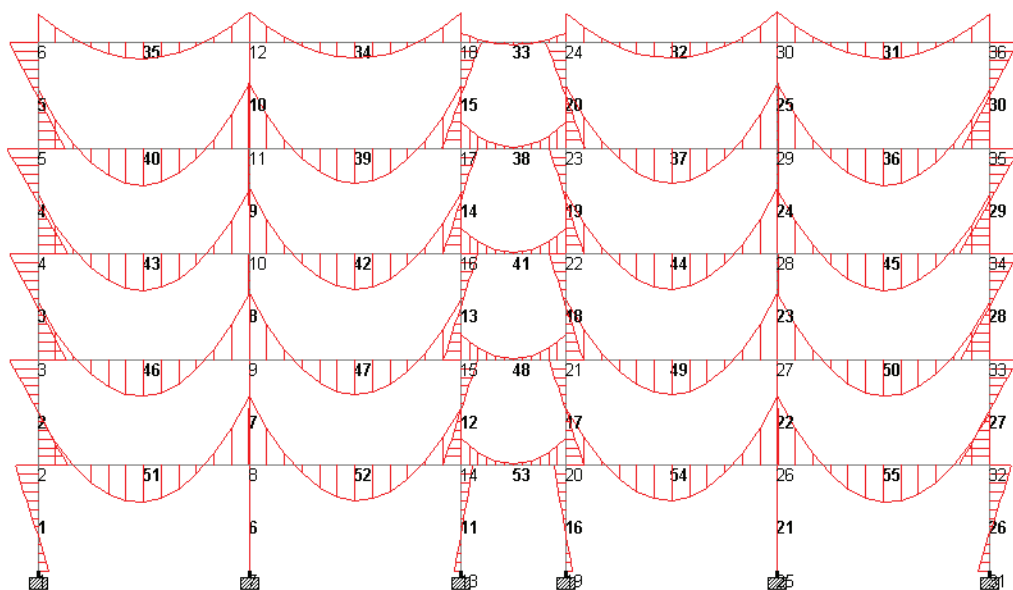
Gambar 8. Beban hidup arah X



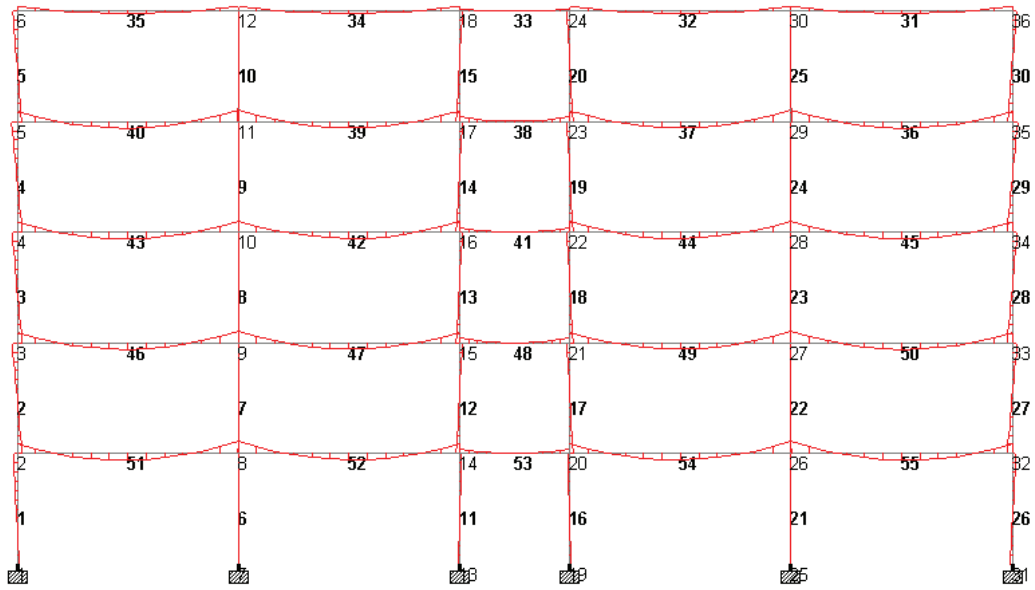
Gambar 9. Beban gempa arah X



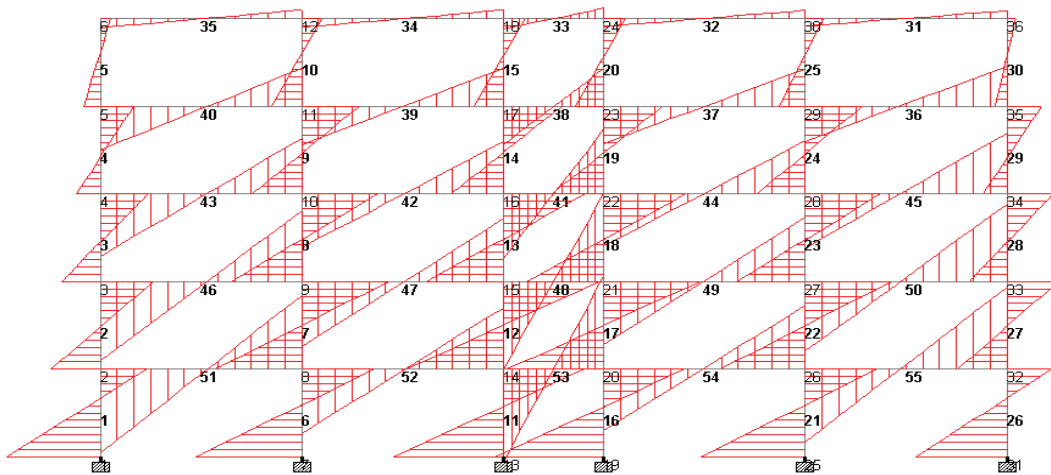
Gambar 10. Kombinasi arah X



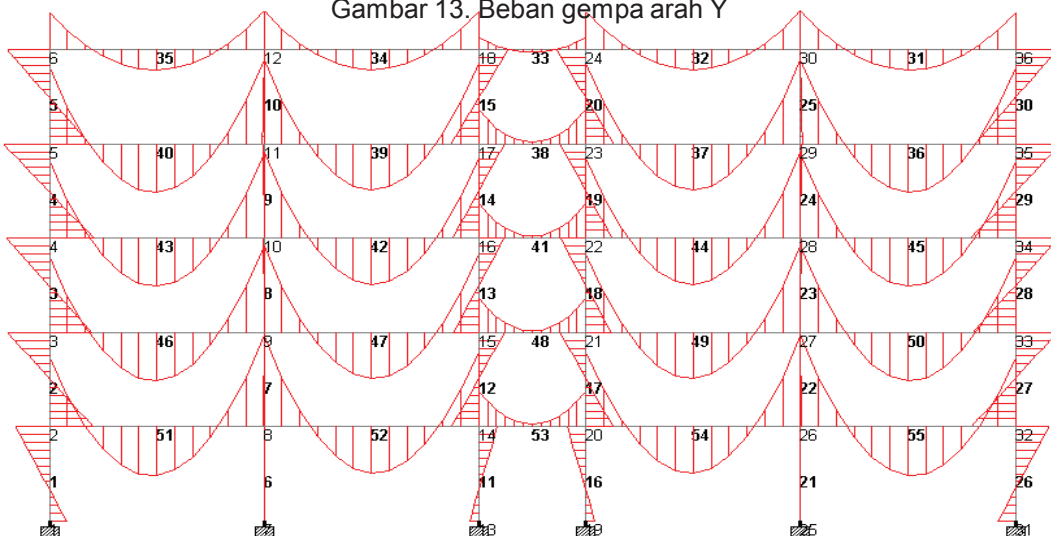
Gambar 11. Beban mati arah Y



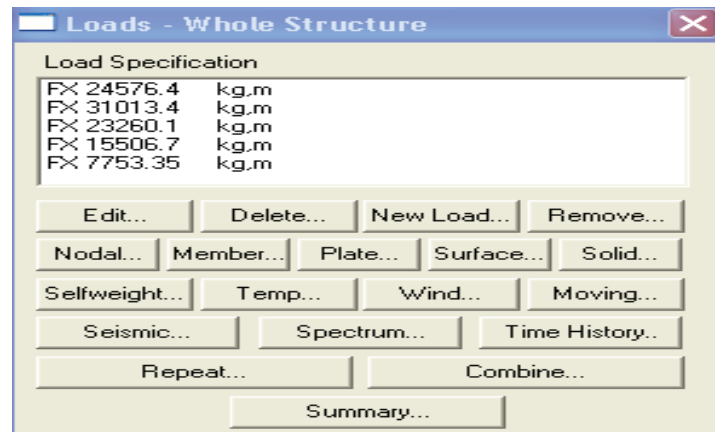
Gambar 12. Beban hidup Arah Y



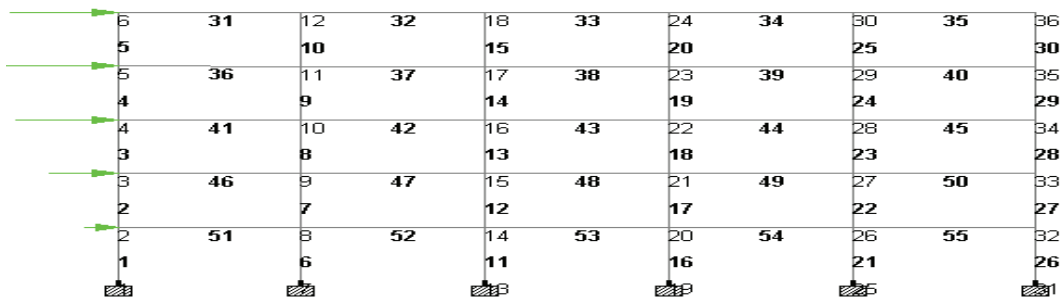
Gambar 13. Beban gempa arah Y



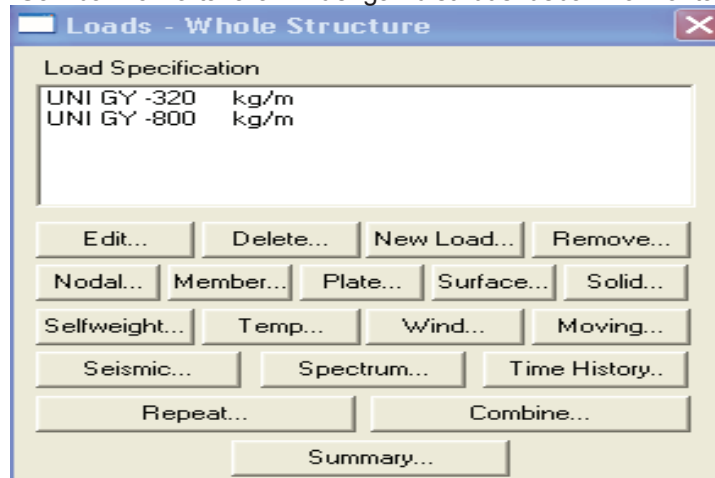
Gambar 14. Kombinasi arah Y



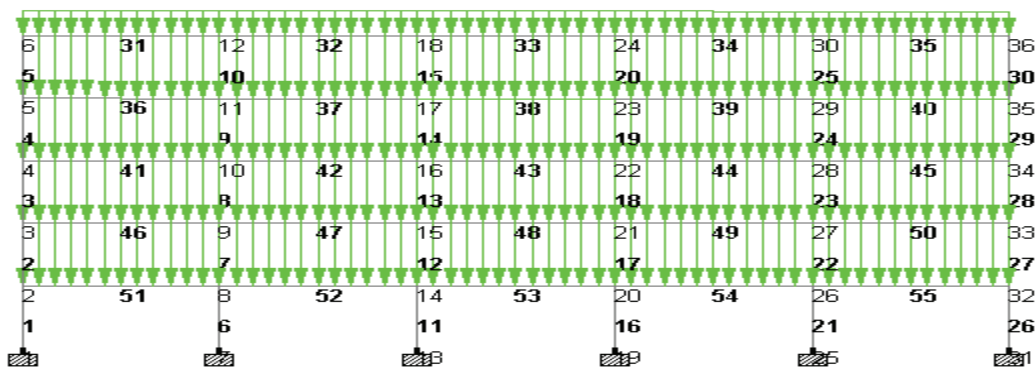
Gambar 15. Program dan perhitungan



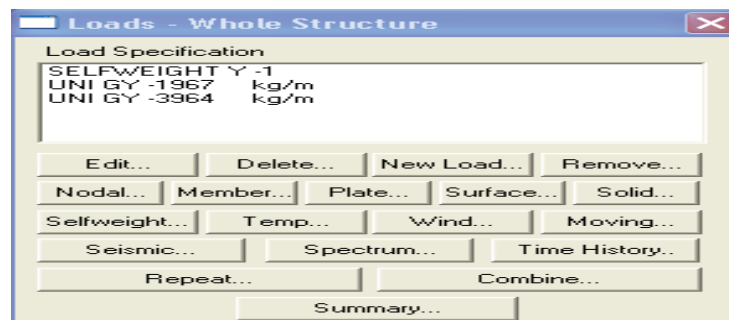
Gambar 16 Portal arah X dengan distribusi beban horizontal



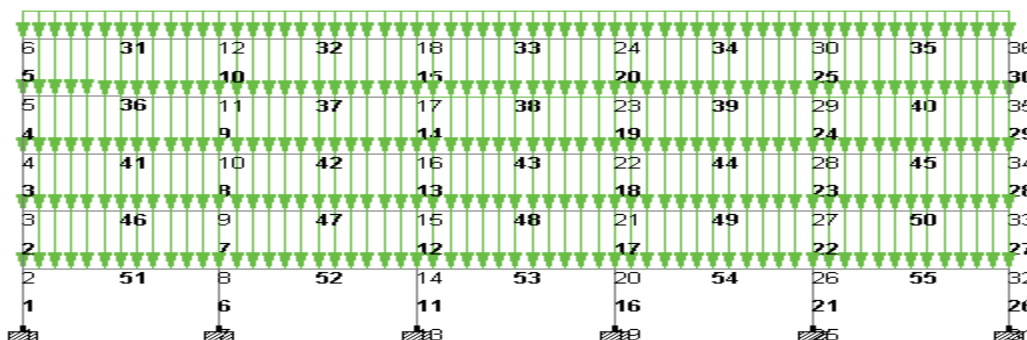
Gambar 17. Program dan perhitungan



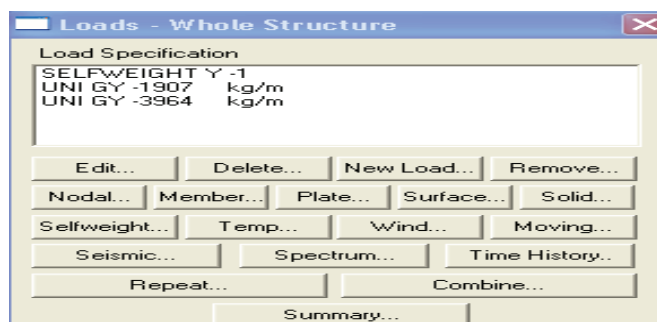
Gambar 18. Portal arah X dengan beban hidup



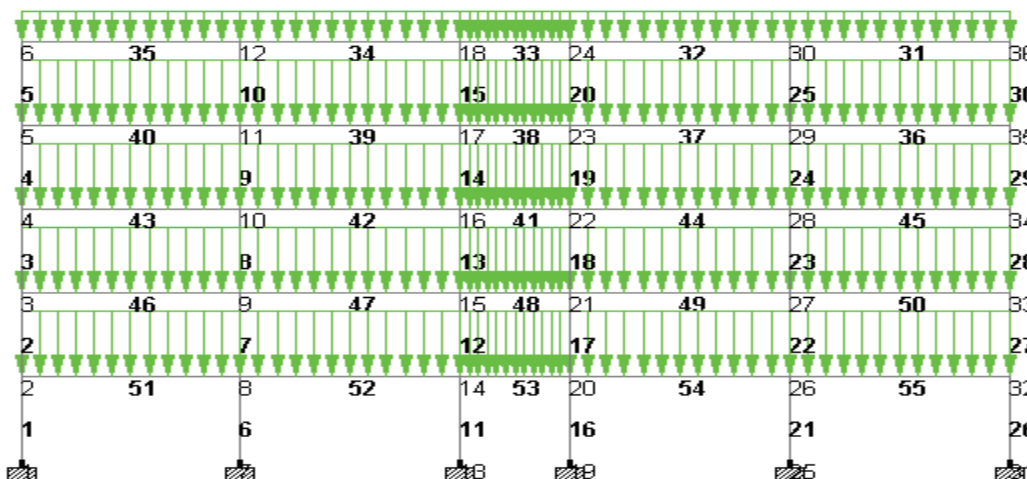
Gambar 19. Program dan perhitungan



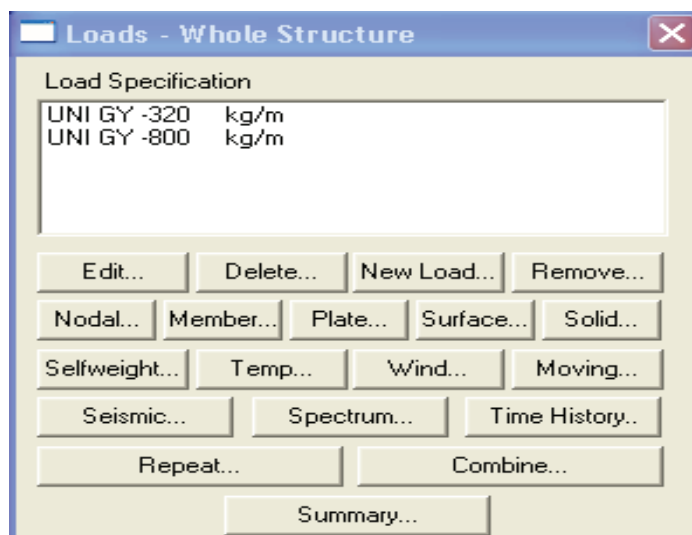
Gambar 20. Portal arah X dengan beban mati



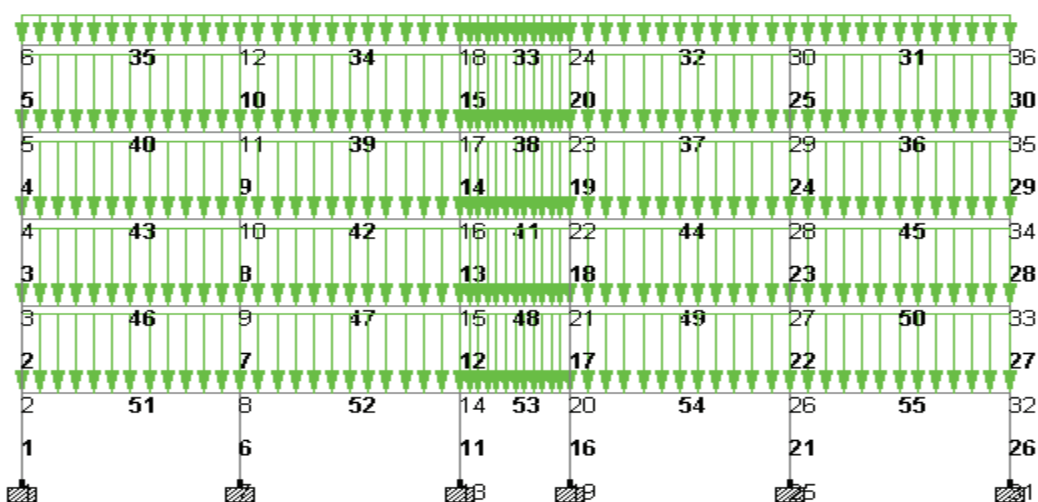
Gambar 21. Program dan perhitungan



Gambar 22. Portal arah Y dengan beban mati



Gambar 23. Program dan perhitungan



Gambar 24. Portal arah X dengan beban hidup

## 5. KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Perancangan jumlah dan luasan tulangan balok beton bertulang menggunakan program STAAD2004 lebih cepat untuk mengetahui besarnya diameter ( $\emptyset$ ), jumlah ( $n$ ), dan luasan tulangan dibandingkan Metode ACI. Hasil

yang diperoleh dari selisih rata-rata prosentase luasan tulangan total Metode ACI terhadap STAAD 2004 untuk tulangan tarik adalah antara 0,00 % sampai dengan 28,33 %, dan untuk tulangan tekan antara 27,14 % sampai dengan 38 %.

### DAFTAR PUSTAKA

Firdaus Alkaff, M, STAAD 2004 Untuk Orang Awam, Maxikom, Palembang, 2005.

KH. Ir. V. Sunggono, Buku Teknik Sipil, Nova, Bandung, 1995.

Kusuma Gideon, Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang, Erlangga, Jakarta, 1993.

Kusuma Gideon, Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di Daerah Rawan Gempa, Erlangga, Jakarta, 1993.

Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPPURG), Departemen Pekerjaan Umum, 1987.

Pedoman Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang Untuk Bangunan Gedung (SK SNI – T – 15 – 1991 – 03), Departemen Pekerjaan Umum, 1991.

Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung (PPTGIUG), Departemen Pekerjaan Umum, 1983.

Romadhon Eri Setia, Ir., MT., Diktat Struktur Beton, Universitas Ibn Khaldun Jurusan Teknik Sipil, Bogor.

Romadhon Eri Setia, Ir., MT., Diktat Perancangan Bangunan Bertingkat, Universitas Ibn Khaldun Jurusan Teknik Sipil, Bogor.

Thambah Sembiring Gurki. J, Beton Bertulang Edisi Revisi, Rekayasa Sains, Bandung, 2002.