

# EFISIENSI HASIL DESAIN STRUKTUR BETON DARI BANGUNAN (APLIKASI PERBANDINGAN STUDI PROGRAM SAP 200 DAN PROGRAM SANSIRO)

Th .J.M Sahureka \*

## Abstract

Science and Technology development on the all sector activity human happened is concrete from results to try and new technology. In Civil engineering sector many software bases from the windows program and development to analysis and to structure design i.e : SAP 200 Program, SANSIRO Program, STAAD Pro Program, ETABS Program, Section Builder Program, SAFE .i.e Bases from research has been to know price efficiency from SAP 200 Software and SANSIRO in the analysis concrete structure design. This research has been library method. The results that obtain by this results i.e : SANSIRO Software more economics than SAP 200 Software to analysis to price and design. Price results from SANSIRO software are 416 stick boned; 946 stick beam and SAP 200 Software are 500 stick boned; 1025 stick beam.

**Key Words :** *Efficiency, SAP 200, SANSIRO*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sepanjang sejarah umat manusia, bencana gempa bumi telah menimbulkan banyak korban jiwa dan harta benda di seluruh dunia. Sampai saat ini manusia belum dapat berbuat banyak untuk mencegah gempa bumi, tetapi manusia dapat berusaha untuk mengurangi bencana yang ditimbulkannya dengan jalan merencanakan dan mendirikan bangunan-bangunan yang tahan terhadap gempa. Hal ini dapat tercapai bila mana manusia mengerti fenomena gempa bumi, akibat-akibat yang ditimbulkannya, dan pengaruhnya terhadap bangunan-bangunan buatan manusia.

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terjadi pula perubahan dalam berbagai bidang aktivitas manusia yang terjadi sebagai akibat dari hasil uji coba dan penerapan teknologi baru. Trend kemajuan teknologi yang sangat global dan mendunia disaat ini adalah komputer baik perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*) yang dikembangkan untuk memecahkan masalah-masalah yang sederhana hingga yang sangat rumit.

Software-software aplikasi berbasis *windows* yang dikembangkan saat ini, memudahkan *user* dalam melakukan input data untuk menyelesaikan suatu kasus. Dalam bidang teknik sipil cukup banyak *software* berbasis *windows* yang dikembangkan untuk analisis dan desain struktur seperti *SAP2000*, *SANSIRO*, *STAAD.Pro*, *ETABS*, *SECTION BUILDER*, *SAFE* dan lain-lain. Banyaknya *software* analisa dan desain struktur membuat pemakai merasa perlu untuk pelajari masing-masing *software* dan memilih manakah yang paling tepat untuk digunakan.

*SAP2000 Versi 9.03* adalah program komputer untuk merancang struktur yang sangat canggih dan menggunakan modus grafis yang sangat mudah dioperasikan (*user friendly*). Keunggulan program *SAP2000 Versi 9.03* antara lain ditunjukkan dengan adanya fasilitas untuk desain elemen, baik untuk material baja maupun beton. *SAP2000 Versi 9.03*

adalah pengembangan dari *SAP80* dan *SAP90* dan merupakan hasil keluaran dari *CSI (Computer and Structure, inc.)* di Barkley, California USA.

*SANSIRO 4.78 Student Version* adalah suatu program komputer terintegrasi penuh berbasis finite elemen untuk pemodelan, analisis dan desain aneka jenis struktur. Pada *SANSIRO 4.78 Student Version* ini hanya memiliki 300 DOF (*Degrees Of Freedom*), namun ada banyak kelebihan yang ditawarkan oleh *SANSIRO for Windows* bagi para pemakainya, yang sangat menonjol adalah mudah, cepat serta sesuai dengan peraturan beton di Indonesia (seperti Pedoman Beton Indonesia '91 bahkan Pedoman Beton Indonesia '2003). *SANSIRO* berasal dari pengembangan *SANS/89 (Structural Analysis and Design System)* merupakan hak cipta dari *ESRC (Engineering Software Research Center)*, Indonesia.

Mendapatkan hasil yang teliti dan akurat serta ekonomis dari hasil analisa dan desain suatu struktur merupakan suatu harapan bagi seluruh komponen yang bergerak dibidang teknik sipil, baik praktisi dikalangan swasta, konstruktor pada instansi-instansi pemerintah ataupun mahasiswa pada jurusan teknik sipil. Tujuan penulisan ini untuk membandingkan nilai efisiensi hasil desain suatu struktur dengan aplikasi dari masing-masing *software*.

Dari hasil analisa dan desain struktur manakah yang lebih ekonomis antara *software SAP2000 Versi 9.03* dan *SANSIRO 4.78 Student Version*?

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Prinsip-Prinsip Desain Struktur dengan SAP2000 Sistem Koordinat

Setiap model struktur menggunakan koordinat yang berbeda untuk menentukan *joint* dan arah

\* *Th.J.M Sahureka, , Dosen Fakultas Teknik Sipil UKIM Ambon.*

beban, *displacements*, gaya dalam dan tegangan. Semua sistem koordinat pada model ditentukan dengan mematuhi satu sistem koordinat *global X-Y-Z*. Setiap bagian dari model misalnya *joint*, elemen atau *constraint*, masing-masing mempunyai sistem koordinat *local 1-2-3*. Semua sistem koordinat ditunjukkan dengan sumbu tiga dimensi, menggunakan aturan tangan kanan dan menggunakan sistem Cartesian (*segi empat*). SAP2000 selalu mengasumsikan sumbu *Z* ialah sumbu vertikal, dengan *Z+* mengarah keatas. Arah ke atas digunakan sebagai bantuan untuk menentukan sistem koordinat lokal, walaupun sistem koordinat lokal itu sendiri tidak mempunyai sumbu arah vertikal.

**2.1.1 Sistem Koordinat Global**

Sistem koordinat *global* merupakan koordinat dalam tiga dimensi, mengikuti aturan tangan kanan (*right handed*), dan merupakan koordinat Cartesian (*segi empat*). Tiga sumbu dengan notasi *X*, *Y*, dan *Z* ialah sumbu yang saling tegak lurus sesuai dengan aturan tangan kanan. Letak dan orientasi sumbu *global* tersebut dapat berubah-ubah, asalkan sesuai dengan aturan tangan kanan.

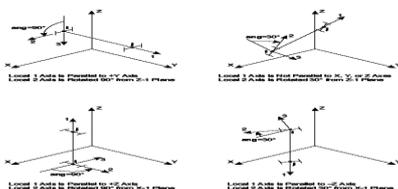
Lokasi sistem koordinat *global* dapat ditentukan menggunakan variabel *x*, *y* dan *z*. Vektor dalam sistem koordinat *global* dapat ditentukan dengan memberikar lokasi dua titik, sepasang sudut, atau dengan memberikan arah koordinat. Arah koordinat ditunjukkan dengan nilai *X±*, *Y±* dan *Z±*.

SAP2000 selalu mengasumsikan sumbu *Z* arahnya vertikal, dengan *Z+* arah ke atas. Sistem koordinat lokal untuk *joint*, elemen, dan gaya percepatan tanah ditentukan berdasarkan arah ke atas tersebut. Beban berat sendiri arahnya selalu ke bawah, pada arah *Z-*.

Bidang *X-Y* merupakan bidang horizontal, dengan sumbu *X+* merupakan sumbu utama. Sudut pada bidang horizontal diukur dari sumbu positif *X*, dengan sudut positif ialah berlawanan arah dengan arah putaran jarum jam.

**2.1.2 Sistem Koordinat Lokal**

Pada setiap elemen frame mempunyai sistem koordinat lokal yang digunakan untuk menentukan potongan *property*, beban dan gaya-gaya keluaran. Sumbu-sumbu koordinat lokal ini dinyatakan dengan symbol 1, 2 dan 3. Sumbu 1 arahnya ialah searah sumbu elemen, dua sumbu yang lain tegak lurus dengan elemen tersebut dan arahnya dapat ditentukan sendiri oleh pemakai.

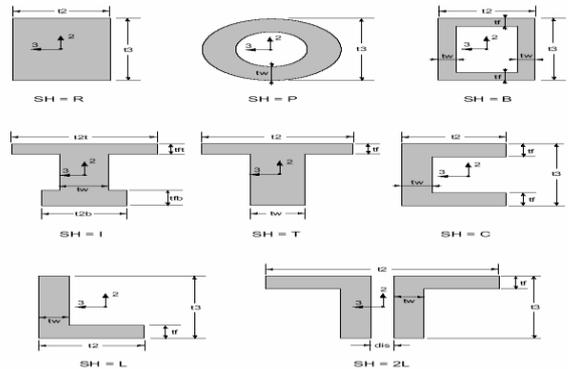


Gambar 1. Menentukan sudut putar ang

**1. Penampang**

Pada setiap penampang potongan, akan dihitung langsung sesuai dengan bentuk dan dimensi potongan, atau diambil dari database yang disediakan. Tipe bentuk penampang ini ditentukan dengan *sh*, yang akan dipilih oleh pemakai.

1. Jika *sh* = G (*general section*), ke-enam *geometric property* harus ditentukan sendiri oleh pengguna.
2. Jika *sh* = R, P, B, I, C, T, L, atau 2L, ke-enam *geometric property* secara otomatis dihitung dari data dimensi potongan yang diberikan.
3. Jika *sh* adalah nilai yang lain, misalnya W27X94 atau 2L4X3X1/4, ke-enam *geometric property* diambil dari file database.



Gambar 2. Bentuk penampang yang *geometric property*nya dihitung otomatis oleh program SAP2000

Beberapa bentuk penampang yang memungkinkan untuk dihitung *geometric property*-nya secara otomatis ialah :

1. *sh* = R, penampang bentuk segi-empat *solid*
2. *sh* = P, penampang bentuk pipa atau penampang bentuk lingkaran *solid*
3. *sh* = B, penampang bentuk 'box' atau bentuk 'tube'
4. *sh* = I, penampang bentuk I simetris maupun tidak simetris
5. *sh* = C, penampang bentuk kanal C
6. *sh* = T, penampang bentuk T
7. *sh* = L, penampang bentuk siku samakaki maupun tidak samakaki
8. *sh* = 2L, penampang bentuk siku ganda

**2.1.3 Massa**

Pada analisis dinamik, massa dari struktur digunakan untuk menghitung gaya-gaya inersia. Kontribusi massa pada *frame* elemen ialah terkelompok pada ujung *i* dan *j*. Massa total

elemen ialah sama dengan rapat massa sepanjang elemen  $m$  dikalikan dengan luas penampang  $a$ .

Massa total elemen dibagikan pada kedua *joint* dengan cara seperti menentukan reaksi dukungan pada *simple beam*. Pengaruh *release* pada ujung elemen diabaikan pada waktu menentukan massa pada *joint* tersebut.

Pada analisis dinamik, massa struktur digunakan untuk menghitung gaya-gaya inersia. Pada umumnya massa ditentukan dari elemen menggunakan rapat massa dan volume elemen. Nilai massa untuk semua elemen sama besarnya pada ketiga arah derajat kebebasan translasi. Untuk analisis dinamik, dapat dilakukan tanpa memberikan data momen inersia massa, tetapi derajat kenelasan rotasi tetap dihasilkan dan hal ini mencukupi untuk beberapa analisis.

Massa terpusat, baik massa translasi maupun massa inersia massa dapat ditempatkan pada *joint*. Massa ini dapat diberikan untuk ke-enam arah derajat kebebasan di beberapa *joint* pada struktur. Untuk efisiensi dan kecepatan hitungan, SAP2000 selalu menggunakan massa terkelompok (*lumped masses*).

### 2.1.4 Beban Pada Struktur

Beban yang bekerja pada struktur ada beberapa macam, diantaranya ialah berat sendiri struktur, beban yang bekerja pada elemen, beban yang bekerja pada *joint* dan beban dinamik. Untuk beban yang bekerja pada elemen struktur sebagai berikut :

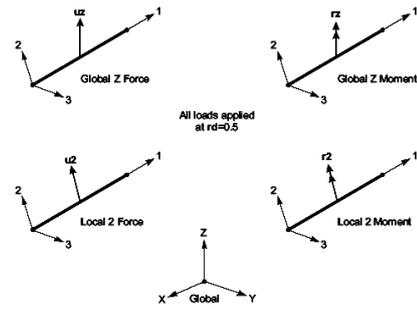
#### a. Berat Sendiri

Beban berat sendiri dapat ditentukan untuk beberapa kondisi pembebanan (*load case*), sehingga berat sendiri pada semua elemen struktur menjadi aktif. Pada elemen *frame* berat sendiri ialah gaya yang terdistribusi pada sepanjang elemen. Besarnya beban berat sendiri sama dengan berat volume  $w$  dikalikan dengan luas penampang  $a$ .

Berat sendiri arahnya selalu ke bawah, searah dengan sumbu  $-Z$ . berat sendiri ini dikalikan dengan faktor skala yang ditentukan untuk seluruh struktur.

#### b. Beban Terpusat Pada Elemen

Beban terpusat pada elemen digunakan untuk menentukan gaya terpusat dan momen yang bebas dikerjakan pada sepanjang elemen. Arah beban dapat ditentukan dengan sistem koordinat *global* maupun sistem koordinat lokal. Beberapa beban terpusat dapat dikerjakan pada tiap elemen. Beban yang diberikan pada sistem koordinat *global* akan di transfer ke sistem koordinat lokal elemen.

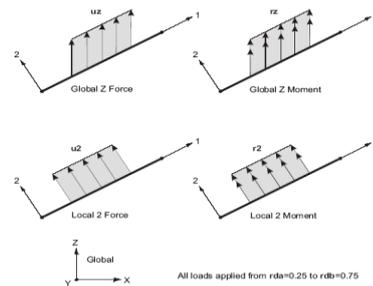


Gambar 3. Menentukan beban terpusat elemen

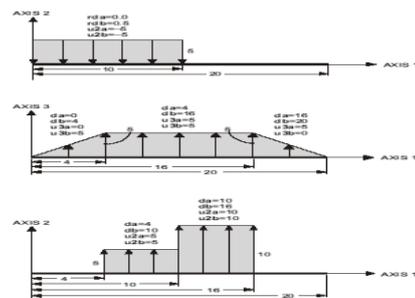
#### c. Beban Merata Pada Elemen

Beban merata pada elemen digunakan untuk menentukan gaya dan momen yang bekerja pada sepanjang elemen *frame*. *Intensitas* beban dapat berupa beban merata atau trapezium. Arah beban dapat ditentukan dengan sistem koordinat *global* maupun sistem koordinat lokal.

*Intensitas* beban merupakan gaya atau momen persatuan panjang. Untuk setiap komponen gaya atau momen yang dikerjakan, sebuah nilai beban diperlukan jika beban merupakan beban merata. Apabila *intensitas* beban bervariasi linier di atas daerah yang dikerjakan (beban trapezium), maka diperlukan dua nilai beban.



Gambar 4. Menentukan beban merata pada elemen



Gambar 5. Menentukan beban trapezium pada elemen

#### d. Metode Analisa

Analisis statik dan dinamik digunakan untuk menentukan respons struktur dari berbagai variasi tipe beban. Berbagai tipe analisis berbeda yang disediakan SAP2000, antara lain :

1. Analisis Statik
2. Analisis modal untuk mode getaran, menggunakan eigenvector atau Ritz vector
3. Analisis Respons-spectrum untuk respons gempa

Analisis Statik struktur meliputi penyelesaian persamaan linier yang diberikan oleh :  $Ku=r$

dengan  $K$  adalah matrix kekakuan struktur,  $r$  adalah vector beban, dan  $U$  ialah *vector displacement*.

Untuk setiap *load case* (kondisi pembebanan) yang didefinisikan, program akan secara otomatis membuat vector beban  $r$  dan menyelesaikan *displacement static u*. Setiap *load case* akan memperhitungkan :

- Beban berat sendiri (*self weight*) pada elemen *frame* dan/atau *shell*
- Beban terpusat dan beban merata pada elemen *frame*
- Beban merata pada elemen *shell*
- Gaya dan/atau beban *displacement* tanah dasar pada *joint*
- Tipe beban lain yang diberikan pada SAP2000 *Analysis Reference*

## 2.2.Prinsip-Prinsip Desain Struktur dengan SANSIRO

### 2.2.1.Sistem Koordinat

SANSIRO menggunakan sistem koordinat struktur dengan aturan tangan kanan dimana sumbu  $Y$  menuju keatas. Dengan demikian untuk *trus* dan *portal*, sumbu yang digunakan adalah  $X$ - $Y$  sedangkan untuk tampak atas gedung menjadi  $X$ - $Z$ . Untuk kemudahan pemasukan model gedung dengan *modeler*, digunakan sumbu lokal  $x,y$  yang nantinya akan dikonversikan ke sistem *global* secara otomatis.

Koordinat titik gedung dimasukkan sebagai proyeksi tampak atas koordinat lantai ( $x,y$ ) dari semua titik pada semua lantai. Koordinat tersebut akan diubah menjadi koordinat *global*  $X, Y, Z$  dengan menggunakan informasi tinggi lantai dari data tingkat. Ruang kerja adalah batas-batas koordinat minimum dan maksimum dari suatu model struktur. Untuk struktur gedung, batas itu berupa tampak atas dari denah lantai. Ruang kerja harus ditentukan sebelum mendefinisikan geometri model.

#### a. Penampang

Tabel section menyimpan data penampang elemen. Beberapa data penampang yang tersedia antara lain:

*General* -  $A, I_x, I_y$ , dll diberikan oleh pemakai

*Flat/Thick* - Hanya data ketebalan

*Solid* - Hanya data luas penampang

*Rect* -  $b, h$

*Circle* - Diameter

*Pipe* - Diameter dan tebal pipa

*Box* -  $b, h, t_w, t_f$

*Tee* -  $b, h, t_w, t_f$

*Inverted Tee* -  $b, h, t_w, t_f$

*General I* -  $b_1, h_1, b_2, h_2, b_3, h_3$

*IWF* -  $b, d, t_w, t_f$

*HWF* -  $b, d, t_w, t_f$  (terputar 90 derajat)

*Steel section* - Nama penampang dalam table penampang baja

Untuk beberapa penampang juga diberikan option tambahan untuk:

- *Mirror* / pencerminan pada arah: muka, belakang, sudut

- *Honeycomb* / *Castelated beam*

- *Kingcross* / Kolom diperkuat bersilangan dengan penampang *IWF* lain

Penampang dengan luas baja > 6% luas penampang *brutto* juga dapat diberikan beberapa efek komposit:

o Komposit kolom terkurung beton

o Komposit balok-pelat beton

o Komposit terisi beton

Untuk penampang komposit, selain data material baja juga harus diberikan data material betonnya.

#### b. Titik Master

Titik *master* adalah suatu titik *imaginer* pada bidang kaku yang mewakili derajat kebebasan bidang tersebut ( $dx, dz, rot-y$ ). Semua titik lainnya mengambil nilai perpindahannya ( $dx, dz$ ) dan rotasinya ( $rot-y$ ) berdasarkan titik *master*. Untuk analisis gempa, titik *master* yang memikul beban lateral akibat gempa harus terletak pada pusat masa, yang lokasinya dapat dihitung otomatis oleh program. Titik masa ini dapat juga digeser secara manual untuk memperhitungkan perbesaran eksentrisitas lantai sesuai peraturan bangunan.

#### c. Kombinasi Beban

Pembebanan dalam SANSIRO dibagi kedalam beberapa kasus beban yang dinomorkan dari 0 sampai NLC, dimana kasus beban 0 selalu ada dan berupa berat sendiri struktur yang didapat dari perkalian antara luas (tebal untuk pelat) penampang dengan berat jenis dari tabel material (Untuk balok akan didapat beban garis dan untuk pelat dihasilkan beban merata). Penggunaan nomor kasus beban ini tergantung pada pemakai, namun biasanya Kasus beban Penggunaan :

0 Berat sendiri

1 Beban mati

2 Beban hidup

- 3 Beban gempa/angin, X
- 4 Beban gempa/angin, Z
- 5 Beban ekivalen. prestress
- 6 Tekanan tanah, uplift

Setiap kasus beban dapat dikombinasikan kedalam beberapa kombinasi beban yang dinomorkan dari satu sampai NLS dengan dikalikan faktor beban masing-masing. Faktor beban ini adalah faktor beban dari peraturan, dengan kemungkinan dikalikan dengan faktor reduksi beban hidup untuk beban gempa.

Pada disain tegangan ijin (seperti untuk struktur baja), faktor beban pada suatu kombinasi beban yang melibatkan kasus beban sementara dapat dibagi 1.3 untuk memperhitungkan faktor kenaikan tegangan ijin 30% sehingga semua hasil output cukup diperiksa dengan tegangan maksimum sebesar 1.0 x tegangan ijin.

Pada analisis dinamik, beban lateral gempa akibat spektrum respons tidak diperhitungkan sebagai kasus beban karena datang dari efek inersia sehingga NLC harus dikurangi jumlah beban lateral tersebut. Pada analisis statik ekivalen, beban gempa tetap diperhitungkan dalam NLC.

## 2. Metode Analisa

SANSpro menyediakan 3 metode analisis:

1. Analisis Statik
2. Analisis Nilai Eigen
3. Analisis Dinamik Spektrum Respons (termasuk eigen analysis)

Analisis beban gempa dapat dilakukan dengan cara:

1. Analisis Statik Ekivalen (suatu analisis statik)
2. Analisis Dinamik Spektrum Respons

Struktur dapat dikenakan beban gempa dari beberapa arah sekaligus.

Analisis Statik menghitung respons struktur terhadap:

1. Berat sendiri
2. Beban gravitasi (beban mati, hidup, termasuk dari pelat)

## 3. Beban lateral statik

Beban Statik Ekivalen adalah beban statik yang mewakili pengaruh dari gempa pada struktur. Dalam hal ini akan digunakan analisis statik.

SANSpro akan menghitung :

1. Berat tiap lantai
2. Pusat masa tiap lantai
3. Berat total
4. Tinggi struktur

Program akan menghitung beban lateral ekivalen untuk tiap lantai untuk tiap arah:

Wt = Berat total struktur

Vt = C.Z.I.K.Wt

p = 0.0 to 0.1

$$F_i = \frac{W_i.H_i}{\sum(W_i.H_i)} (1-p).V_t$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pembahasan

Setelah struktur dianalisa dengan software SAP2000 dan software SANSPRO maka didapatkan perbedaan yang cukup besar. Dapat dilihat pada nilai rata-rata hasil penulangan kolom dengan software SANSPRO sangat minimal pada lantai 3 jumlah tulangan kolom pada bagian luar sudut bangunan jumlah lebih banyak dari tulangan lantai 1 dan lantai 2, sedangkan penulangan kolom pada software SAP2000 jumlah tulangan kolomnya bervariasi dan jumlahnya lebih dominan dari pada software SANSPRO. Pada software SAP2000 jumlah tulangan kolom lantai 1 dan lantai 2 bagian tengah lebih dominan jumlahnya.

### B. Hasil Analisa Dan Desain

Pada software SANSPRO untuk frame 33, 36, 45, 48, pada lantai 3 jumlah tulangannya 12 batang diameter 16, sementara itu untuk software SAP2000 untuk frame 16, 28, menghasilkan jumlah tulangan 21 batang diameter 16. Pada balok tulangan yang dihasilkan oleh software SANSPRO dominan lebih sedikit jumlahnya dibanding dengan

Tabel 1  
Hasil Analisa dan Desain Kolom

Frame	Joint		Momen		Tulangan		
	SAP 2000	SANS PRO	SAP 2000 (kg-mm)	SANS PRO (kg-mm)	SAP 2000	SANS PRO	
1	13	1	1	-523353.90	-473370.00	10 d16	8 d16
		2	17	1055196.07	361230.00		
2	29	2	17	-1579662.30	-436950.00	10 d16	8 d16
		3	33	1611175.53	288380.00		
3	45	3	33	-106404.50	-436950.00	5 d16	8 d16
		4	49	102998.02	288380.00		
4	9	5	5	-4294562.63	-473370.00	13 d16	8 d16
		6	21	8670657.46	361230.00		
5	25	6	21	-1297107.99	-566940.00	10 d16	8 d16
		7	37	1315050.97	548360.00		
6	41	7	37	-113258.93	-571040.00	6 d16	12 d16
		8	53	139050.16	556550.00		
7	5	9	9	-4294562.63	-571040.00	13 d16	12 d16
		10	25	8670657.46	556550.00		
8	21	10	25	-1297107.99	-566940.00	10 d16	8 d16
		11	41	1315050.97	548360.00		
9	37	11	41	-113258.93	-552900.00	6 d16	8 d16
		12	57	139050.16	520280.00		
10	1	13	13	-523353.90	-548800.00	10 d16	12 d16
		14	29	1055196.07	512090.00		
11	17	14	29	-1579662.30	-548800.00	10 d16	12 d16
		15	45	1611175.55	512090.00		
12	33	15	45	-106404.50	-552900.00	5 d16	8 d16
		16	61	102998.02	520280.00		
13	14	17	2	830801.92	573330.00	16 d16	8 d16
		18	18	-1713159.58	-561140.00		
14	30	18	18	2474852.78	609750.00	11 d16	8 d16
		19	34	-2313411.56	-633990.00		
15	46	19	34	13276.25	609750.00	5 d16	8 d16
		20	50	-12198.42	-633990.00		
16	10	21	6	599009.91	573330.00	21 d16	8 d16
		22	22	-1235000.46	-561140.00		
17	26	22	22	159495.08	-63494.00	13 d16	8 d16
		23	38	-129315.57	-21058.00		
18	42	23	38	12232.61	-174040.00	5 d16	8 d16
		24	54	-17803.71	-132870.00		
19	6	25	10	599009.91	-174040.00	21 d16	8 d16
		26	26	-1235000.46	-132870.00		
20	22	26	26	159495.08	-63494.00	13 d16	8 d16
		27	42	-129315.57	-21058.00		
21	38	27	42	122326.15	186540.00	5 d16	8 d16
		28	58	-178037.13	-198310.00		
22	2	29	14	830801.92	195650.00	16 d16	8 d16
		30	30	-1713159.58	-204250.00		
23	18	30	30	2474852.78	195650.00	11 d16	8 d16
		31	46	-2313411.56	-204250.00		
24	34	31	46	132762.49	186540.00	5 d16	8 d16
		32	62	-121984.18	-198310.00		

Tabel 1 lanjutan

35	19	46	31	-247485.28	-197160.00	11.016	8.016
		47	47	2313411.56	-250950.00		
36	35	47	47	-13276.25	-99232.00	5.016	8.016
		48	63	12198.42	-130470.00		
37	16	49	4	523553.90	68800.00	10.016	12.016
		50	20	-105519.61	-795610.00		
38	32	50	20	157966.23	74287.00	10.016	8.016
		51	36	-61117.55	-88920.00		
39	48	51	36	106404.50	74287.00	5.016	8.016
		52	52	-102998.02	-88920.00		
40	12	53	8	429456.26	68800.00	13.016	12.016
		54	24	-867065.75	-79561.00		
41	28	54	24	129710.80	41962.00	10.016	12.016
		55	40	-131505.10	-36610.00		
42	44	55	40	113258.93	363550.00	6.016	8.016
		56	56	-139050.16	-27251.00		
43	8	57	12	429456.26	36355.00	13.016	8.016
		58	28	-867065.75	-27251.00		
44	24	58	28	129710.80	41962.00	10.016	12.016
		59	44	-131505.10	-36610.00		
45	40	59	44	113258.93	173080.00	6.016	8.016
		60	60	-139050.16	-213500.00		
46	4	61	16	523553.90	285720.00	10.016	8.016
		62	32	-1055196.07	-357050.00		
47	20	62	32	1579662.30	285720.00	10.016	8.016
		63	48	-611175.53	-357050.00		
48	36	63	48	106404.50	173080.00	5.016	8.016
		64	64	-102998.02	-213500.00		

Tabel 2  
Hasil Analisis dan Desain Babak

Frame	Jait		Momen Tumpuan		Tulangan Tumpuan		Momen Lapangan		Tulangan Lapangan	
	SAP 200	SAS PRO	SAP200	SASPRO	SAP200	SASPRO	SAP200	SASPRO	SAP200	SASPRO
49	2	31	-30495.17	-106700.00	2.016-2.016	5.016-3.016	42825.31	617760.00	2.016-3.016	2.016-4.016
	18	32	-22270.02	-60680.00	4.016-3.016	4.016-4.016				
50	3	25	-274295.82	-87970.00	2.016-3.016	4.016-4.016	426389.35	810060.00	2.016-3.016	2.016-4.016
	19	26	-710824.00	-109620.00	4.016-3.016	5.016-3.016				
51	4	26	-80206.49	-119900.00	2.016-2.016	4.016-2.016	149025.68	668560.00	2.016-3.016	2.016-4.016
	20	27	-32342.27	-104700.00	2.016-3.016	4.016-2.016				
52	18	27	-670262.21	-122600.00	4.016-4.016	5.016-3.016	286795.33	810060.00	2.016-3.016	2.016-4.016
	24	28	-670262.21	-32800.00	4.016-4.016	4.016-4.016				
53	19	21	-671048.51	-87970.00	4.016-4.016	4.016-4.016	262251.94	810060.00	2.016-3.016	2.016-4.016
	25	22	-671048.51	-109620.00	4.016-4.016	5.016-3.016				
54	20	22	-22297.13	-119900.00	2.016-2.016	4.016-2.016	8912.86	668560.00	2.016-3.016	2.016-4.016
	26	23	-22297.13	-104700.00	2.016-2.016	4.016-2.016				
55	24	23	-22270.02	-122600.00	4.016-3.016	5.016-3.016	42825.31	810060.00	2.016-3.016	2.016-4.016
	30	24	-30495.17	-32800.00	2.016-3.016	4.016-4.016				
56	25	17	-710824.00	-60680.00	4.016-3.016	4.016-4.016	426389.35	617760.00	2.016-3.016	2.016-4.016
	31	18	-274295.82	-94670.00	2.016-3.016	5.016-3.016				
57	26	18	-32342.27	-159420.00	2.016-3.016	4.016-2.016	149025.68	502250.00	2.016-3.016	2.016-4.016
	32	19	-80206.49	-104700.00	2.016-2.016	4.016-2.016				
58	6	19	-204950.04	-106700.00	2.016-3.016	5.016-3.016	389465.91	617760.00	2.016-3.016	2.016-4.016
	22	20	-61000.05	-60680.00	3.016-2.016	4.016-4.016				
59	7	17	-237902.26	-70680.00	2.016-2.016	4.016-4.016	38292.92	462240.00	2.016-3.016	2.016-4.016
	23	21	-59162.61	-145780.00	3.016-2.016	4.016-2.016				
60	8	21	-152041.69	-820070.00	2.016-2.016	4.016-2.016	288921.81	302300.00	2.016-3.016	2.016-4.016
	24	25	-451461.42	-228700.00	3.016-2.016	4.016-2.016				
61	22	25	-504446.23	-96040.00	3.016-3.016	4.016-2.016	232942.23	462240.00	2.016-3.016	2.016-4.016
	28	29	-504446.23	-312940.00	3.016-3.016	4.016-4.016				
62	23	18	-567401.67	-997900.00	3.016-2.016	4.016-4.016	247124.72	632200.00	2.016-3.016	2.016-4.016
	29	22	-567401.67	-586720.00	3.016-3.016	5.016-3.016				
63	24	22	-431082.43	-122600.00	3.016-2.016	5.016-3.016	173391.65	561370.00	2.016-3.016	2.16-4.016
	40	26	-431082.43	-657600.00	3.016-2.016	5.016-3.016				

Tabel 1 Lanjutan

Frame	Jait		Momen Tumpuan		Tolanga Tumpuan		Momen Lapangan		Tolanga Lapangan	
	SAP 200	SANS PRO	SAP200	SANS PRO	SAP200	SANS PRO	SAP200	SANS PRO	SAP200	SANS PRO
	64	38	26	-61080165	-14077000	3 016 - 2 016	5 016 - 3 016	30945591	83221000	2 016 - 2 016
	54	30	-210498104	-9813400	2 016 - 2 016	4 016 - 4 016				
65	39	19	-59062561	-99149000	3 016 - 2 016	4 016 - 4 016	3829292	83221000	2 016 - 2 016	2 016 - 4 016
	55	23	-25799226	-58512000	2 016 - 2 016	5 016 - 3 016				
66	40	23	-45146042	-12385000	3 016 - 2 016	5 016 - 3 016	20992181	56137000	2 016 - 2 016	2 016 - 4 016
	56	27	-15294169	-6536800	2 016 - 2 016	5 016 - 3 016				
67	10	27	-210498104	-14077000	2 016 - 2 016	5 016 - 3 016	30945591	83221000	2 016 - 2 016	2 016 - 4 016
	26	31	-61080165	-9813400	3 016 - 2 016	4 016 - 4 016				
68	11	20	-25799226	-78168000	2 016 - 2 016	4 016 - 4 016	3829292	46224000	2 016 - 2 016	2 016 - 4 016
	27	24	-59062561	-14556100	3 016 - 2 016	4 016 - 2 016				
69	12	24	-15294169	-82087000	2 016 - 2 016	4 016 - 2 016	20992181	30230000	2 016 - 2 016	2 016 - 4 016
	28	28	-45146042	-25817000	3 016 - 2 016	4 016 - 2 016				
70	26	28	-58414623	-96814000	3 016 - 2 016	4 016 - 2 016	23254933	46224000	2 016 - 2 016	2 016 - 4 016
	42	32	-58414623	-31394000	3 016 - 2 016	4 016 - 4 016				
71	27	29	-56748167	-60868000	3 016 - 2 016	4 016 - 4 016	24712472	61778000	2 016 - 2 016	2 016 - 4 016
	43	30	-56748167	-94367000	3 016 - 2 016	5 016 - 3 016				
72	28	30	-43108345	-95842000	3 016 - 2 016	4 016 - 2 016	1735165	50225000	2 016 - 2 016	2 016 - 4 016
	44	31	-43108345	-88475000	3 016 - 2 016	4 016 - 2 016				
73	42	47	-61080165	-99541000	3 016 - 2 016	4 016 - 2 016	30945591	62542000	2 016 - 2 016	2 016 - 4 016
	58	48	-210498104	-60750000	2 016 - 2 016	4 016 - 2 016				
74	43	41	-59062561	-91477000	3 016 - 2 016	4 016 - 2 016	3829292	80737000	2 016 - 2 016	2 016 - 4 016
	59	42	-25799226	-99957000	2 016 - 2 016	4 016 - 2 016				
75	44	42	-45146042	-11738000	3 016 - 2 016	4 016 - 2 016	20992181	69458000	2 016 - 2 016	2 016 - 4 016
	60	43	-15294169	-97039000	2 016 - 2 016	4 016 - 2 016				
76	14	43	-26945127	-12072000	2 016 - 2 016	4 016 - 2 016	42452531	80737000	4 016 - 8 016	2 016 - 4 016
	30	44	-722791102	-78193000	4 016 - 3 016	4 016 - 2 016				
77	15	37	-27429382	-91477000	2 016 - 2 016	4 016 - 2 016	42638935	80737000	4 016 - 8 016	2 016 - 4 016
	31	38	-71083410	-99957000	4 016 - 3 016	4 016 - 2 016				
78	16	38	-892649	-11738000	2 016 - 2 016	4 016 - 2 016	1502368	69458000	2 016 - 2 016	2 016 - 4 016
	32	39	-23204227	-97039000	2 016 - 2 016	4 016 - 2 016				
79	30	39	-6792621	-12072000	4 016 - 4 016	4 016 - 2 016	25673533	80737000	4 016 - 5 016	2 016 - 4 016
	46	40	-6792621	-78193000	4 016 - 4 016	4 016 - 2 016				
80	31	33	-67184151	-67519000	4 016 - 4 016	4 016 - 2 016	2632194	62542000	2 016 - 2 016	2 016 - 4 016
	47	34	-67184151	-86361000	4 016 - 4 016	4 016 - 2 016				

Frame	Jait		Momen Tumpuan		Tolanga Tumpuan		Momen Lapangan		Tolanga Lapangan	
	SAP 200	SANS PRO	SAP200	SANS PRO	SAP200	SANS PRO	SAP200	SANS PRO	SAP200	SANS PRO
	81	32	34	-2249713	-9463000	2 016 - 2 016	4 016 - 2 016	891226	51384000	2 016 - 2 016
	48	35	-2249713	-8195000	2 016 - 2 016	4 016 - 2 016				
82	46	35	-722791102	-9541000	12 016 - 6 016	4 016 - 2 016	42452531	62542000	4 016 - 8 016	2 016 - 4 016
	62	36	-38945169	-60750000	5 016 - 3 016	4 016 - 2 016				
83	47	33	-710834102	-4536000	12 016 - 6 016	4 016 - 2 016	42638935	4372000	4 016 - 8 016	2 016 - 4 016
	63	37	-27429382	-40839000	5 016 - 3 016	4 016 - 2 016				
84	48	37	-23204227	-6244000	2 016 - 2 016	4 016 - 2 016	1502368	32244000	2 016 - 2 016	2 016 - 4 016
	64	41	-892649	-3986000	2 016 - 2 016	4 016 - 2 016				
85	2	41	-2577870	-6618000	4 016 - 3 016	4 016 - 2 016	35694933	4372000	3 016 - 5 016	2 016 - 4 016
	6	45	-46177279	-10570000	9 016 - 5 016	4 016 - 2 016				
86	3	34	-227724000	-6795000	4 016 - 3 016	4 016 - 2 016	2762147	81837000	3 016 - 5 016	2 016 - 4 016
	7	38	-458927824	-8275000	9 016 - 4 016	4 016 - 2 016				
87	4	38	-556112	-1142000	2 016 - 2 016	4 016 - 2 016	8983311	59626000	2 016 - 2 016	2 016 - 4 016
	8	42	-15011712	-8659000	2 016 - 2 016	4 016 - 2 016				
88	6	42	-439453953	-11581000	8 016 - 4 016	4 016 - 2 016	18562418	81837000	3 016 - 4 016	2 016 - 4 016
	10	46	-439453953	-3468000	8 016 - 4 016	4 016 - 2 016				
89	7	35	-43863027	-6795000	8 016 - 4 016	4 016 - 2 016	1865249	81837000	2 016 - 4 016	2 016 - 4 016
	11	39	-43863027	-8275000	8 016 - 4 016	4 016 - 2 016				
90	8	39	-1464224	-1142000	2 016 - 2 016	4 016 - 2 016	606863	59626000	2 016 - 2 016	2 016 - 4 016
	12	43	-1464224	-8659000	2 016 - 2 016	4 016 - 2 016				
91	10	43	-46177279	-11581000	9 016 - 5 016	4 016 - 2 016	35694933	81837000	3 016 - 5 016	2 016 - 4 016
	14	47	-2577870	-3468000	4 016 - 3 016	4 016 - 2 016				
92	11	36	-458927824	-4536000	9 016 - 5 016	4 016 - 2 016	2762147	4372000	3 016 - 5 016	2 016 - 4 016
	15	40	-227724000	-40839000	4 016 - 3 016	4 016 - 2 016				
93	12	40	-15011712	-6244000	2 016 - 2 016	4 016 - 2 016	8983311	32244000	2 016 - 2 016	2 016 - 4 016
	16	44	-556112	-3986000	2 016 - 2 016	4 016 - 2 016				
94	18	44	-38945169	-6618000	4 016 - 2 016	4 016 - 2 016	35701612	4372000	3 016 - 5 016	2 016 - 4 016
	22	48	-58079128	-10570000	10 016 - 5 016	4 016 - 2 016				
95	19	45	-3863828	-67591000	4 016 - 2 016	4 016 - 2 016	3541081	62542000	3 016 - 6 016	2 016 - 4 016
	23	46	-56724470	-86361000	10 016 - 5 016	4 016 - 2 016				
96	20	46	-9623248	-9463000	2 016 - 2 016	4 016 - 2 016	18918329	51384000	2 016 - 2 016	2 016 - 4 016
	24	47	-27025882	-8195000	2 016 - 2 016	4 016 - 2 016				
97	22	55	-556389494	-15658000	9 016 - 4 016	7 016 - 4 016	23812478	1069000	2 016 - 4 016	3 016 - 5 016
	26	56	-556389494	-51589000	9 016 - 4 016	3 016 - 2 016				

Tabel 1, lanjutan

Frame	Joint		Momen Tumpuan		Tulangan Tumpuan		Momen Lapangan		Tulangan Lapangan	
	SAP 200	SANS PRO	SAP200	SANS PRO	SAP200	SANS PRO	SAP200	SANS PRO	SAP200	SANS PRO
81	32	34	-222497.13	-946890.00	2.016-2.016	4.016-2.016	89112.86	513840.00	2.016-2.016	2.016-4.016
	48	35	-222497.13	-819500.00	2.016-2.016	4.016-2.016				
82	46	35	-727910.25	-995410.00	12.016-6.016	4.016-2.016	424325.31	625420.00	4.016-8.016	2.016-4.016
	62	36	-304951.69	-607500.00	5.016-3.016	4.016-2.016				
83	47	33	-710834.02	-435860.00	12.016-6.016	4.016-2.016	426389.53	452720.00	4.016-8.016	2.016-4.016
	63	37	-2142938.16	-408390.00	5.016-3.016	4.016-2.016				
84	48	37	-32042.27	-624400.00	2.016-2.016	4.016-2.016	149233.68	322440.00	2.016-2.016	2.016-4.016
	64	41	-8926.49	-39860.00	2.016-2.016	4.016-2.016				
85	2	41	-25570.70	-665100.00	4.016-3.016	4.016-2.016	26049.33	452720.00	3.016-5.016	2.016-4.016
	6	45	-462172.79	-105230.00	9.016-5.016	4.016-2.016				
86	3	34	-227724.00	-679390.00	4.016-3.016	4.016-2.016	270621.47	818370.00	3.016-5.016	2.016-4.016
	7	38	-456928.34	-827530.00	9.016-4.016	4.016-2.016				
87	4	38	-53611.2	-114230.00	2.016-2.016	4.016-2.016	89833.11	594280.00	2.016-2.016	2.016-4.016
	8	42	-150117.12	-805390.00	2.016-2.016	4.016-2.016				
88	6	42	-439439.53	-115010.00	8.016-4.016	4.016-2.016	185624.18	818370.00	3.016-4.016	2.016-4.016
	10	46	-439439.53	-34800.00	8.016-4.016	4.016-2.016				
89	7	35	-438630.27	-679390.00	8.016-4.016	4.016-2.016	106327.49	818370.00	2.016-4.016	2.016-4.016
	11	39	-438630.27	-827530.00	8.016-4.016	4.016-2.016				
90	8	39	-146424.24	-114230.00	2.016-2.016	4.016-2.016	60608.63	596280.00	2.016-2.016	2.016-4.016
	12	43	-146424.24	-805390.00	2.016-2.016	4.016-2.016				
91	10	43	-462172.79	-115010.00	9.016-5.016	4.016-2.016	26049.33	818370.00	3.016-5.016	2.016-4.016
	14	47	-25570.70	-34800.00	4.016-3.016	4.016-2.016				
92	11	36	-456928.34	-435860.00	9.016-5.016	4.016-2.016	270621.47	452720.00	3.016-5.016	2.016-4.016
	15	40	-227724.00	-408390.00	4.016-3.016	4.016-2.016				
93	12	40	-150117.12	-624400.00	2.016-2.016	4.016-2.016	89833.11	322440.00	2.016-2.016	2.016-4.016
	16	44	-55361.12	-39860.00	2.016-2.016	4.016-2.016				
94	18	44	-30594.52	-665100.00	4.016-2.016	4.016-2.016	337016.12	452720.00	3.016-5.016	2.016-4.016
	22	48	-580970.28	-105230.00	10.016-5.016	4.016-2.016				
95	19	45	-280383.28	-679390.00	4.016-2.016	4.016-2.016	354100.81	625420.00	3.016-6.016	2.016-4.016
	23	46	-567244.70	-86360.00	10.016-5.016	4.016-2.016				
96	20	46	-86283.48	-946890.00	2.016-2.016	4.016-2.016	109183.29	513840.00	2.016-2.016	2.016-4.016
	24	47	-278258.82	-819500.00	2.016-2.016	4.016-2.016				
97	22	55	-55361.12	-156580.00	9.016-4.016	7.016-4.016	238124.78	109800.00	2.016-4.016	3.016-5.016
	26	56	-55361.12	-515190.00	9.016-4.016	3.016-2.016				

Frame	Joint		Momen Tumpuan		Tulangan Tumpuan		Momen Lapangan		Tulangan Lapangan	
	SAP 200	SANS PRO	SAP200	SANS PRO	SAP200	SANS PRO	SAP200	SANS PRO	SAP200	SANS PRO
98	25	51	-593780.74	-456970.00	9.016-4.016	4.016-2.016	24367.19	609200.00	3.016-4.016	2.016-3.016
	27	52	-593780.74	-256920.00	9.016-4.016	3.016-2.016				
99	24	49	-270880.53	-493100.00	2.016-2.016	3.016-2.016	11937.59	382140.00	2.016-2.016	2.016-3.016
	28	53	-270880.53	-394450.00	2.016-2.016	3.016-2.016				
100	26	57	-580970.28	-513470.00	10.016-5.016	2.016-2.016	337016.12	382140.00	3.016-5.016	2.016-3.016
	30	61	-30594.52	-110700.00	4.016-2.016	3.016-2.016				
101	27	50	-567244.70	-382160.00	10.016-5.016	3.016-2.016	354100.81	604200.00	3.016-6.016	2.016-3.016
	31	54	-280383.28	-725490.00	4.016-2.016	4.016-2.016				
102	28	54	-278258.82	-880750.00	2.016-2.016	4.016-2.016	109183.29	154940.00	2.016-2.016	2.016-3.016
	32	58	-86283.48	-694510.00	2.016-2.016	4.016-2.016				
103	34	58	-30594.52	-493100.00	4.016-2.016	4.016-2.016	337016.12	604200.00	3.016-5.016	2.016-3.016
	38	62	-580970.28	-271250.00	10.016-5.016	3.016-2.016				
104	35	51	-280383.28	-382160.00	4.016-2.016	3.016-2.016	354100.81	604200.00	3.016-6.016	2.016-3.016
	39	55	-567244.70	-725490.00	10.016-5.016	4.016-2.016				
105	36	55	-86283.48	-880750.00	2.016-2.016	4.016-2.016	109183.29	154940.00	2.016-2.016	2.016-3.016
	40	59	-278258.82	-694510.00	2.016-2.016	4.016-2.016				
106	38	59	-55361.12	-493100.00	9.016-4.016	4.016-2.016	238124.78	604200.00	2.016-4.016	2.016-3.016
	42	63	-55361.12	-271250.00	9.016-4.016	3.016-2.016				
107	39	61	-593780.74	-294450.00	9.016-4.016	2.016-2.016	24367.19	609200.00	3.016-4.016	2.016-3.016
	43	62	-593780.74	-71600.00	9.016-4.016	4.016-2.016				
108	40	62	-270880.53	-487980.00	2.016-2.016	4.016-2.016	11937.59	377140.00	2.016-2.016	2.016-3.016
	44	63	-270880.53	-679390.00	2.016-2.016	4.016-2.016				
109	42	57	-580970.28	-614200.00	10.016-5.016	3.016-2.016	337016.12	109800.00	3.016-5.016	3.016-5.016
	46	58	-30594.52	-129400.00	4.016-2.016	7.016-4.016				
110	43	58	-567244.70	-147000.00	10.016-5.016	7.016-4.016	354100.81	717200.00	3.016-6.016	2.016-3.016
	47	59	-280383.28	-121420.00	4.016-2.016	7.016-4.016				
111	44	59	-278258.82	-156680.00	2.016-2.016	7.016-4.016	109183.29	109800.00	2.016-2.016	3.016-5.016
	48	60	-86283.48	-515190.00	2.016-2.016	3.016-2.016				
112	50	53	-257817.03	-614200.00	4.016-3.016	3.016-2.016	256949.33	109800.00	3.016-5.016	2.016-3.016
	54	54	-462172.79	-129400.00	9.016-5.016	7.016-4.016				
113	51	54	-227724.00	-147000.00	4.016-3.016	7.016-4.016	270621.47	717200.00	3.016-5.016	2.016-3.016
	55	55	-456928.34	-121420.00	9.016-4.016	7.016-4.016				
114	52	49	-55361.12	-294450.00	2.016-2.016	3.016-2.016	89833.11	609200.00	2.016-2.016	2.016-3.016
	56	50	-150117.12	-71600.00	2.016-2.016	4.016-2.016				

Frame	Joint		Momen Tumpuan		Tulangan Tumpuan		Momen Lapangan		Tulangan Lapangan	
	SAP 2000	SANS PRO	SAP2000	SANS PRO	SAP2000	SANS PRO	SAP2000	SANS PRO	SAP2000	SANS PRO
115	54	50	-439453.95	807980.00	8 d16-4 d16	4 d16-2 d16	185634.18	377140.00	3 d16-4 d16	2 d16-3 d16
	58	51	-439453.95	-673930.00	8 d16-4 d16	4 d16-2 d16				
116	55	53	-438633.03	490010.00	8 d16-4 d16	3 d16-2 d16	186352.49	240720.00	2 d16-4 d16	2 d16-3 d16
	59	57	-438633.03	-376570.00	8 d16-4 d16	3 d16-2 d16				
117	56	52	-146424.24	193100.00	2 d16-2 d16	3 d16-2 d16	60608.63	382140.00	2 d16-2 d16	2 d16-3 d16
	60	56	-146424.24	-394450.00	2 d16-2 d16	3 d16-2 d16				
118	58	56	-462177.28	490010.00	9 d16-5 d16	3 d16-2 d16	256049.33	240720.00	3 d16-5 d16	2 d16-3 d16
	62	60	-255781.70	-376570.00	4 d16-3 d16	3 d16-2 d16				
119	59	60	-456927.83	513470.00	9 d16-5 d16	3 d16-2 d16	276821.47	382140.00	3 d16-5 d16	2 d16-3 d16
	63	64	-227723.41	-110070.00	4 d16-3 d16	3 d16-2 d16				
120	60	63	-150117.12	858970.00	2 d16-2 d16	4 d16-2 d16	98833.11	609220.00	2 d16-2 d16	2 d16-3 d16
	64	64	-553361.12	-258030.00	2 d16-2 d16	3 d16-2 d16				

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan.

Sesuai dengan proses input data sampai pada hasil analisa serta desain struktur dari *software* (program komputer) *SAP2000 Versi 9.03* dan *SANSpro 4.78 Student Version*, maka penulis dapat menyimpulkan bahwa :

1. Proses menginput data struktur dengan *software SAP2000 Versi 9.03* dan *SANS PRO 4.78 Student Version* ada perbedaan yaitu pada *software SANS PRO 4.78 Student Version* dalam menginput data ada 2 cara, yang pertama dengan cara sendiri, yang kedua dengan cara mengikuti langkah-langkah yang telah ditentukan oleh *SANS PRO 4.78 Student Version (wizard)* sehingga memudahkan peng-input-an data, cara yang kedua pada *software SANS PRO 4.78 Student Version (wizard)* tidak ada pada *software SAP2000 Versi 9.03*.
2. Pada hasil analisa dan desain terdapat perbedaan antara *software SAP2000 Versi 9.03* dan *SANS PRO 4.78 Student Version* yaitu jumlah tulangan kolom sama dengan 416 batang dan balok sama dengan 946 batang pada *SANS PRO 4.78 Student Version* dominan lebih sedikit dari *software SAP2000 Versi 9.03* dengan jumlah tulangan kolom sama dengan 500 batang dan balok sama dengan 1025 batang sehingga *software SANS PRO 4.78 Student Version* lebih ekonomis.
3. *Software SANS PRO 4.78 Student Version* menunjukkan hasil yang efisien serta ekonomis dari *software SAP2000 Versi 9.03* baik dalam hal proses penginputan data maupun hasil analisa dan desain yang dicapai.

##### B. Saran

Dari hasil penelitian ini disarankan adanya penelitian lanjutan mengenai :

1. Aplikasi *software SANS PRO 4.78 Student Version* dan *SAP2000 Versi 9.03* untuk struktur beton dan struktur baja.
2. Perbandingan *software SANS PRO 4.78 Student Version* dan *SAP2000 Versi 9.03* struktur baja untuk gedung.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, 1981. *Pedoman Perencanaan untuk Struktur Beton Bertulang Biasa & Struktur Tembok Bertulang Indonesia 1981*. Yayasan LPMB Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1983. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung 1983*. Yayasan LPMB Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987. *Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah Dan Gedung 1987*. Yayasan LPMB Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1980. *Peraturan Muatan Indonesia 1970 N.I-18*. Yayasan LPMB Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1980. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang Untuk Bangunan Dan Gedung 1991 (SK SNI T - 15 - 1991 - 03)*. Yayasan LPMB Bandung.
- Haryanto Yoso Wigroho. 2001. *Analisis & Perancangan Struktur Frame Menggunakan SAP2000 Versi 7.42*. Andi, Yogyakarta.
- Handi Pramono. 2004. *Struktur 2D & 3D dengan SAP2000*. Maxikom, Palembang.
- Handi Pramono & Rekan ILT Komputer, 2006. *Aplikasi Rekayasa Konstruksi Menggunakan SAP2000 Versi 9*. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Handi Pramono dan Ino Hendriana. 2005. *Desain Rangka & Pondasi Beton dengan SANSpro 4.78*. Maxikom, Palembang.
- Nathan Madutujuh. 1999. *SANSpro V.4.2 Tutorial, Engineering Software Research Center*, Bandung.
- Nathan Madutujuh. 2003. *SANSpro V.4.7 User's Guide, Engineering Software Research Center*, Bandung.



