

**ANALISIS EFISIENSI STRUKTUR GEDUNG
PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG RAWAT INAP VIP
RUMAH SAKIT UMUM DAERAH CIDERES
KABUPATEN MAJALENGKA**

Fahrul Rozi
Teknik Sipil, Universitas Majalengka
email: aaruel20@gmail.com

Abstract

Planning Structure of the Majalengka Garden Hotel Building according to SNI 03-2847-2002 article 23.2.3, states that for areas with earthquake risk medium, must be used special or medium moment bearer system, or an ordinary concrete structure or dindings system specifically for carrying the styles caused by an earthquake. The building was designed using the Resisting Frame System Special Moments (SRPMK). Strongly designed against several combinations loading such as dead load, live load, and earthquake load. This system planned to use the concept of strong columns - weak beams, where the elements vertical of the structure (column) is stronger than the horizontal element of the structure (beam), so that the plastic joint is formed first on the beam section. Joint-joint on beam-column relationships must also be well designed so as not to occur collapse. The results of structural analysis using SAP2000 version 14 software for helps determine the forces acting on the structure, then used to calculate reinforcement, and check the strength of the structure. The stages of planning structures include analyzing the conditions and conditions soil, design the configuration of the building structure and its structural system, determination of the loads acting on the structure, determination of dimensions and reinforcement of structural elements, and finally design drawing.

Keywords: Structure, SAP2000, earthquake, reinforcemen, Frame

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Analisis struktur merupakan ilmu untuk menentukan efek dari beban pada struktur fisik dan komponennya. Adapun cabang pemakaiannya meliputi bangunan, jembatan, perkakas, mesin, tanah, dll. Analisis struktur menggabungkan bidang mekanika teknik, teknik material dan matematika teknik untuk menghitung deformasi struktur, kekuatan internal, tekanan, reaksi tumpuan, percepatan, dan stabilitas. Hasil analisis tersebut digunakan untuk memverifikasi kekuatan struktur yang akan maupun telah dibangun. Dengan demikian analisis struktur merupakan bagian penting dari desain rekayasa struktur

Untuk bisa menghasilkan analisis yang akurat harus memperoleh informasi mengenai beban struktur, geometri, kondisi tumpuan, dan sifat bahan. Hasil dari analisis biasanya berupa reaksi tumpuan, tegangan, geser, momen, puntir, dan perpindahan. Informasi ini kemudian dibandingkan dengan kriteria kondisi kegagalan. Analisis struktur lanjutan menyertakan respon dinamika, stabilitas dan perilaku non-linier. Ada dua pendekatan analisis yang umum yang pendekatan analitik dan grafis. Pendekatan analitik menerapkan mekanika bahan, teori elastisitas dengan jalan analisis matematika seperti vektor, matrik ataupun elemen hingga. Pendekatan grafis menerapkan prinsip-prinsip geometri struktur dan garis sebagai beban untuk menganalisis

1.2 Manfaat

Adapun maksud dan tujuan dari Analisis Struktur adalah:

1. Menganalisa Komponen – Komponen struktur pada gedung bagian atas.
2. Mengetahui beban-beban yang bekerja pada struktur atas gedung.
3. Untuk mengetahui peranan analisis struktur dalam perancangan bangunan yang efisien.

1.1 Batasan Masalah

Metode Pelaksanaan dan analisis Efisiensi Struktur gedung yang meliputi beberapa pekerjaan di antaranya:

- 1) Pelaksanaan Pengerjaan Pondasi Tiang Pancang.
- 2) Pelaksanaan Pengerjaan Plat Pilecap Pondasi.
- 3) Pelaksanaan Pengerjaan Balok Sloof, Balok Lantai, Balok Atap dan Plat Lantai.
- 4) Pekerjaan Kolom, Lantai I, II dan III.
- 5) Menganalisa Efisiensi pada Struktur Balok yang digunakan dalam pembangunan

2. METODE PENELITIAN



3.3 Pengumpulan data dan setudi literatur
 a. Pengumpulan data untuk perencanaan gedung, meliputi:

1. Gambar Arsitektur
2. Data Spesifikasi Struktur
3. Data Tanah (Soil investigation)

b. Studi Literatur Mempelajari literatur yang berkaitan dengan perancangan diantaranya:

- Tata Cara Perencanaan Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847- 2002).
- Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung(SNI 03-1726-2002).
- RSNi 03-1727-2002 tentang pembebanan untuk bangunan rumah dan gedung.

3.4 Preliminary Desain

1. Preliminary design dimensi balok sesuai dengan SNI 03 – 2847 – 2002 Ps.11.5.2
2. Dimensi(tebal) pelat ditentukan menurut peraturan SNI 03–2847–2002 Ps.11.5.3
3. Preliminary design balok dan kolom sesuai dengan SNI 03 – 2847 – 2002 Ps. 23.9.
4. Preliminary design dinding geser dan balok perangkai sesuai dengan SNI 03 – 2847 – 2002 Ps.23.6.

3.5 Analisis Struktur

a) Beton

Untuk struktur kolom, sloof, balok lantai dan plat lantai digunakan beton dengan kuat tekan beton yang disyaratkan, $f_c' = 25$ MPa (setara dengan beton K-300). Modulus elastis beton, $E_c = 4700\sqrt{f_c'} = 2,35.104$ MPa = 2,35.107 kN/m2 dengan angka poisson = 0,20.

Mengacu pada SNI 1974:2011 Tentang cara Uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder perhitungan Kuat tekan Karakteristik beton $K300 = F_c' 25$ Mpa.

$K-300 = 300$ kg/cm2 (Kubus 15 cm x 15 Cm)

Konversi ke silinder 15 cm x 30 cm:

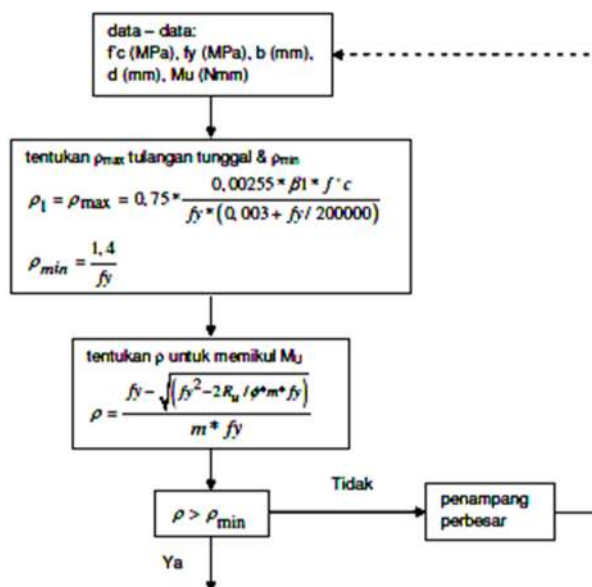
$(300 \times 0.83) = 249$ kg/cm2

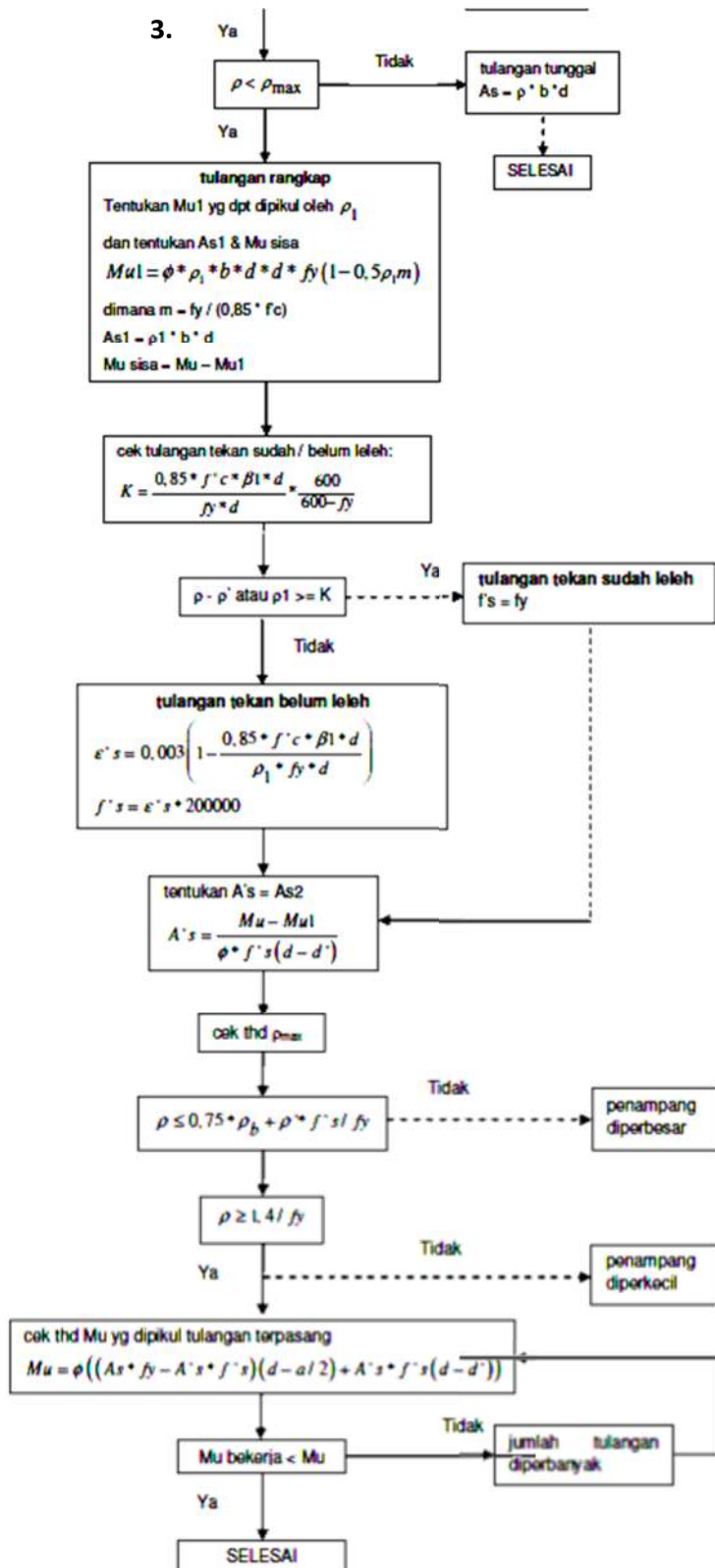
Konversi satuan ke Mpa:

$(249 \times 9.81/100) = 24,9$ Mpa ≈ 25 Mpa

b) Baja Tulangan

Untuk baja tulangan dengan $D \geq 12$ mm digunakan baja tulangan ulir BJTD 40 dengan tegangan leleh baja, $f_y = 400$ MPa. Untuk baja tulangan dengan $D < 12$ mm digunakan baja tulangan polos BJTP 24 dengan tegangan leleh baja, $f_y = 240$ MPa. Modulus elastis baja, $E_s = 2,1.105$ MPa.





3. HASIL DAN PEMBAHASAN

2.1 Struktur Beton

Struktur adalah bagian-bagian yang membentuk bangunan seperti pondasi, sloof, dinding, kolom, ring, kuda-kuda, dan atap. Pada prinsipnya, elemen struktur berfungsi untuk mendukung keberadaan elemen nonstruktur yang meliputi elemen tampak, interior, dan detail arsitektur sehingga membentuk satu kesatuan. Setiap bagian struktur bangunan tersebut juga mempunyai fungsi dan peranannya masing-masing.

a. Beton

Untuk struktur kolom, sloof, balok lantai dan plat lantai digunakan beton dengan kuat tekan beton yang disyaratkan, $f_c' = 25$ MPa (setara dengan beton K-300). Modulus elastis beton, $E_c = 4700\sqrt{f_c'} = 2,35.104$ MPa = 2,35.107 kN/m² dengan angka poisson = 0,20.

Mengacu pada SNI 1974:2011 Tentang cara Uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder perhitungan Kuat tekan Karakteristik beton K300 = $F_c' 25$ Mpa.

K-300 = 300 kg/cm² (Kubus 15 cm x 15 Cm)

Konversi ke silinder 15 cm x 30 cm:
(300x0.83) = 249 kg/cm²

Konversi satuan ke Mpa:

(249 x 9.81/100) = 24,9 Mpa \approx 25 Mpa

b. Baja Tulangan

Untuk baja tulangan dengan $D \geq 12$ mm digunakan baja tulangan ulir BJTD 40 dengan tegangan leleh baja, $f_y = 400$ MPa. Untuk baja tulangan dengan $D < 12$ mm digunakan baja tulangan polos BJTP 24 dengan

tegangan leleh baja, $f_y = 240$ MPa.
Modulus elastis baja, $E_s = 2,1.105$ MPa.

2.4 Perhitungan Beban Ultimate, Momen Ultimate dan Gaya Geser pada Balok

Beban ultimit adalah semua beban yang bekerja pada suatu elemen/struktur dikalikan dengan faktor beban sesuai dengan jenis bebannya.

- **Beban ultimate, $q_u = 1,2 DL + 1,6 LL$**
- **Momen ultimate, $M_u = \frac{1}{8} q_u x L^2$**

DL = Beban Mati

Beban mati yaitu berat semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala beban tambahan, finishing, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung tersebut.

LL = Beban Hidup

Beban hidup yaitu semua beban yang terjadi akibat pemakaian dan penghunian suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari pada atap.

Momen yaitu gaya memutar yang bekerja pada suatu batang yang dikenai gaya tegak lurus akan menghasilkan gaya putar (rotasi) terhadap titik yang berjarak tertentu di sepanjang batang.

Gaya geser rencana

$$V_u = \frac{q_u L}{2}$$

Perencanaan Dimensi Struktur

Tabel 8, SNI beton 2002 menyajikan tinggi minimum balok sbb:

- Balok diatas dua tumpuan: $h_{min} = L/16$
- Balok dengan satu ujung menerus: $h_{min} = L/18,5$
- Balok dengan kedua ujung menerus: $h_{min} = L/21$

- Balok kantilever: $h_{min} = L/8$
Dimana $L =$ panjang bentang dari tumpuan ke tumpuan
Jika nilai tinggi minimum ini dipenuhi, pengecekan lendutan tidak perlu dilakukan.

3.1 Analisis Ke Efisienan Struktur Pada Gedung Rawat Inap VIP RSUD Cideres

A Perhitungan Struktur Balok

Balok merupakan batang horizontal dari rangka struktur yang memikul beban tegak lurus sepanjang batang tersebut biasanya terdiri dari dinding, pelat atau atap bangunan dan menyalurkannya pada tumpuan atau struktur dibawahnya.

1) Dimensi Balok

Penggunaan dimensi balok di dasarkan kepada desain rencana Sesuai SNI,

Tabel 8, SNI beton 2002 menyajikan tinggi minimum balok sbb:

- Balok diatas dua tumpuan: $h_{min} = L/16$
- Balok dengan satu ujung menerus: $h_{min} = L/18,5$
- Balok dengan kedua ujung menerus: $h_{min} = L/21$
- Balok kantilever: $h_{min} = L/8$

Untuk Meningkatkan Faktor keamanan Diambil

$$H_{min} \text{ Balok} = L(\text{panjang Bentang}) / 12$$

Pada Kasus ini bentangan balok memiliki panjang 6 m sehingga dimensi tinggi balok digunakan:

Tabel. 01 daftar Beban Pada Struktur

A Beban Mati							
1	Plat Lantai Tebal 12 Cm	0.12	m	2400	kg/m ²	288	kg/m ²
2	Plafond Dan Rangka					18	kg/m ²
3	Lantai Granit					24	kg/m ²
4	Spesi Tebal 2 Cm	2	Cm	21	kg/m ²	42	kg/m ²
5	Bmekanikal Elektrikal					25	kg/m ²
TOTAL BEBAN MATI						397	kg/m²
B BEBAN MATI TAMBAHAN							
	Dinding 1/2 Bata Merah dan Finishing						
1	lantai 2 tinggi dinding 3.4m	253	kg/m ²	3.4	m	860.2	kg/m ²
2	lantai 3 dinding 3.4m	253	kg/m ²	3.4	m	860.2	kg/m ²
3	lantai Atap 0,8m	253	kg/m ²	0.8	m	202.4	kg/m ²

6m/12 = 0,5 m, untuk lebar balok digunakan ½ dari tinggi balok yaitu ½ x 0,5 m = 0,25 m

Beban Hidup Di Ambil Sebesar 250 kg/m²

Beban Mati Sgitiga Trapesium = (697kg/m² x 2) + 860,2 kg/m² = 2254,2 kg/m² = 22.542 Kn/m

a. Beban Ultimate (Qu)

Qu = 1.2 DL + 1.6 LL
= 1.2 x 22.542 Kn/m + 1.6 x 2.5 Kn/m
= 35,050 Kn/m

b. Momen Ultimate (Mu)

Mu – (Negatif) = 1/8 x Qu x L²
= (1/8 x 35,050 Kn/m) x (6²)
= 157,7268 Kn/m

Mu + (Positif) = 0.5 x (MU-)

= 0,5 x 157,7268 Kn/m
= 78,8634 Kn/m

c. Gaya geser Rencana (Vu)

$$V_u = \frac{quL}{2}$$

$$= (35,050 \text{ Kn/m} \times 6 \text{ m}) / 2$$

$$= 105,1512 \text{ Kn/m}$$

B. Perhitungan Tulangan Balok

Untuk : $f_c' \leq 30 \text{ MPa}$,

Untuk : $f_c' > 30 \text{ MPa}$,

$$b_1 = 0.85$$

$$b_1 = 0.85 - 0.05 * (f_c' - 30) / 7 = -$$

Faktor bentuk distribusi tegangan beton,

$$\textcircled{R} \quad b_1 = 0.85$$

Rasio tulangan pada kondisi *balance*,

$$r_b = b_1 * 0.85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) = 0.0271$$

Faktor tahanan momen maksimum,

$$k_x = 0.75 * r_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0.75 * r_b * f_y / (0.85 * f_c')]$$

$$= 6.5736$$

Faktor reduksi kekuatan lentur,

$$f = 0.80$$

Jarak tulangan terhadap sisi luar beton,

$$d_s = t_s + \text{Æ} + D/2 = 58.00 \text{ mm}$$

Jumlah tulangan dlm satu baris,

$$n_s = (b - 2 * d_s) / (25 + D) = 3.27$$

Digunakan jumlah tulangan dalam satu baris,

$$n_s = 3 \text{ bh}$$

Jarak horisontal pusat ke pusat antara tulangan,

$$x = (b - n_s * D - 2 * d_s) / (n_s - 1) = 43.00 \text{ mm}$$

Jarak vertikal pusat ke pusat antara tulangan,

$$y = D + 25 = 41.00 \text{ mm}$$

B.1 Tulangan Momen Fositif

Momen positif nominal rencana,

$$M_n = M_u^+ / f = 98.579 \text{ kNm}$$

Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton,

$$d' = 60 \text{ mm}$$

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 440.00 \text{ mm}$$

Faktor tahanan momen,

$$R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) = 2.037$$

$$R_n < R_{max} \rightarrow \text{(OK)}$$

Rasio tulangan yang diperlukan :

$$= 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')}] = 0.0054$$

Rasio tulangan minimum,

$$r_{min} = \sqrt{f_c'} / (4 * f_y) = 0.0031$$

Rasio tulangan minimum,

$$r_{min} = 1.4 / f_y = 0.0035$$

Rasio tulangan yang digunakan,

$$\rightarrow \rho = 0.000$$

Luas tulangan yang diperlukan,

$$A_s = r * b * d = 0 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang diperlukan,

$$n = A_s / (p / 4 * D^2) = 0.000$$

Digunakan tulangan, 1 D 16

Luas tulangan terpakai,

$$A_s = n * p / 4 * D^2 = 201 \text{ mm}^2$$

Jumlah baris tulangan,

$$n_b = n / n_s = 0.33$$

$$n_b < 3 \rightarrow \text{(OK)}$$

TYPE	Balok Lantai 25x50		
POSISI	TUMPUAN	LAPANGAN	
POTONGAN			
	TUL ATAS	7 D16	5 D16
	TUL BAWAH	3 D16	5 D16
	TUL TENGAH	2 Ø12	2 Ø12
	SENGKANG	Ø10 - 190	Ø10 - 220

Gambar. 01 Tulangan Balok hasil Perhitungan Manual

C. Summary Frame (Balok) analisis SAP2000 V.14

ACI 318-99 BEAM SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: N, mm, C (Summary)						
L=6000,000						
Element : 92	D=500,000	B=250,000	bf=250,000			
Station Loc : 0,000	ds=0,000	dct=60,000	dcb=60,000			
Section ID : B3 25/50	E=23452,953	fc=24,900	Lt.Mt. Fac.=1,000			
Combo ID : DCON2	fy=390,000	fys=240,000				
Phi(Bending): 0,800						
Phi(Shear): 0,600						
Phi(Torsion): 0,600						
Design Moments, M3						
	Positive Moment	Negative Moment	Special +Moment	Special -Moment		
	81724481,3	-163448963	81724481,3	-163448963		
Flexural Reinforcement For Moment, M3						
	Required Rebar	+Moment Rebar	-Moment Rebar	Minimum Rebar		
Top (+2 Axis)	1341,315	0,000	1341,315	388,935		
Bottom (-2 Axis)	628,386	628,386	0,000	388,935		
Shear Reinforcement For Shear, U2						
	Design Rebar	Shear Uu	Shear phi*Uc	Shear phi*Us		
	1,797	168560,215	54693,172	113867,042		
				Shear Up		
				0,000		
Reinforcement For Torsion, T						
	Rebar At	Rebar A1	Torsion Tu	Critical Phi*Tcr	Area Ao	Perimeter Ph
	0,000	0,000	27000,082	2589638,846	56293,979	1144,400

Perhitungan Tulangan Berdasarkan dari hasil Output SAP2000

- Tulangan Longitudinal Atas
 - Tulangan Perlu Lapangan dan Tumpuan $A = 1341,315 \text{ mm}^2$
 - Digunakan : 7D16 ; $A = 7 \times 210 \text{ mm}^2 = 1407 \text{ mm}^2 > 1341,315 \text{ mm}^2 \dots \text{ok.}$
- Tulangan Longitudinal Bawah
 - Tulangan Perlu Lapangan dan Tumpuan $A = 628,386 \text{ mm}^2$
 - Digunakan : 4D16 ; $A = 4 \times 210 \text{ mm}^2 = 804 \text{ mm}^2 > 628,386 \text{ mm}^2 \dots \text{ok.}$
- Tulangan Sengkan/Geser
 - Perlu = 1,797 mm^2

Digunakan tulangan Ø 10 mm ($A_V = 79 \text{ mm}^2$) dan Jarak (s) = 15 cm

Aktual = $79 \text{ mm} / 15 = 5,267 \text{ mm}^2 > 1,797 \text{ mm}^2 \dots \text{ok}$

TYPE	Balok Lantai 25x50	
POSISI	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN		
TUL ATAS	7 D16	4 D16
TUL BAWAH	4 D16	7 D16
TUL TENGAH	2 Ø12	2 Ø12
SENGKANG	Ø10 - 150	Ø10 - 200

Gambar. 02 Tulangan Balok hasil Perhitungan SAP2000

4. KESIMPULAN

Pada pembangunan suatu gedung dengan segala jenis bentuk arsitekturnya tentu diperlukan suatu sistem konstruksi/struktur bangunan sebagai penopang gaya-gaya yang terjadi akibat beban mati maupun beban hidup termasuk juga beban tambahan yaitu beban angin dan beban gempa. Konstruksi/struktur bangunan ini harus mampu menahan gaya-gaya tadi sehingga bangunan dapat kokoh berdiri dan tidak terjadi kerusakan yang fatal.

Berdasarkan hasil Analisis struktur, penggunaan struktur pada gedung rawat inap VIP Rumahsakit umum daerah cideres masih dapat di efisienkan lagi. Dalam perencanaan awal struktur gedung Rawat Inap

VIP RSUD Cideres menggunakan dimensi balok 30x60 dengan menggunakan tulangan momen positif 4Ø16 dan tulangan momen negatif 7Ø16, hasil Analisis Penggunaan Balok dengan Fungsi sama dapat di gunakan balok Ukuran 25x50 dengan menggunakan tulangan momen positif 4Ø16 dan tulangan momen negatif 7Ø16, maka seharusnya dimesi struktur yang digunakan pada gedung rawat inap VIP RSUD Cideres ini dapat lebih di efisienkan lagi.

REFERENSI

- i. Ryan Agustian Rahmatulloh.2015. *Analisa Struktur. Institut Teknologi Nasional Bandung.*
- ii. Ryan Agustian Rahmatulloh.2009. *Analisa Struktur. Institut Teknologi Nasional Bandung.*
- iii. Wiryanto Dewobroto, *Perancangan Balok Beton Bertulang dengan SAP2000, Jurusan Teknik Sipil.2005. Yogyakarta: Universitas Pelita Harapan*
- iv. E.L.Wilson, *SAP2000® Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures: CONCRETE DESIGN MANUAL, Computers and Structures, Inc. Berkeley, California, USA, Version 14.200*
- vi. *Standar SK SNI 07 – 2052 – 2002. Tata Cara Baja tulangan beton bertulang*
- vii. *Standar SK SNI 1974:2011. Cara Uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*
- viii. *Prodi Teknik Sipil.2016. Pedoman Kerja Praktek. Majalengka: FT – UNM*

