

## BAB IV

### ANALISIS PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Data – Data Perencanaan

Dalam contoh perhitungan ini dipakai data-data perencanaan sebagai berikut :

Panjang bentang gelagar (L) = 20 m	= 65,6168 ft
Jarak antara gelagar (B) = 2 m	= 6,56 ft
Tebal pelat beton = 20 cm	= 7,874 in
Kekuatan tekan silinder beton ( $f_c$ ) = 40 Mpa	= 5,8 Ksi
Tegangan leleh baja ( $F_y$ )	= 36 Ksi
Modulus elastis baja ( $E_s$ ) = $2 \times 10^5$ Mpa	= 29000 Ksi
Berat jenis beton (W) = 2400 kg/m <sup>3</sup>	= 150,023 lb/ft <sup>3</sup>

#### 4.2. Perhitungan Perencanaan Balok Baja Konvensional

##### 1. Modulus Elastis Beton

$$\begin{aligned} E_c &= W^{1.5} \times 33 \times \sqrt{f_c} \\ &= 150,023 \times 33 \times \sqrt{5800} \\ &= 4618114,593 \text{ Psi} \\ &= 4618,1146 \text{ Ksi} \end{aligned}$$

## 2. Rasio Modulus Elastis

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{29000}{4618,1146} = 6,2796 \approx 6,3$$

## 3. Lebar Efektif Pelat Beton

$$b_E \leq L/4$$

$$\leq 16,4042 \text{ ft}$$

$$b_E \leq b_o$$

$$\leq 6,56 \text{ ft}$$

$$b_E \leq 12 \times t_s$$

$$\leq 7,874 \text{ ft}$$

Lebar efektif pelat beton diambil sebesar 6,56 ft = 2 m

## 4. Pembebanan

Beban mati

$$\text{Plat} = 0,2 \times 2 \times 2400 = 960 \text{ kg/m}$$

$$\text{Asumsi profil} = 160 \text{ kg/m} +$$

$$\underline{\hspace{10em}} \\ 1120 \text{ kg/m} : 1490 = 0,7517 \text{ k/ft}$$

$$M_{DL} = 0,125 \times 0,7517 \times 65,61682$$

$$= 404,616 \text{ k-ft}$$

### b. Beban Hidup

Beban hidup diambil 70 % dari beban hidup terpusat standart Bina Marga.

$$P_{LL} = \frac{0,7 \times 12}{0,453} = 18,543 \text{ kip}$$

$$M_{LL} = 0,25 \times 18,543 \times 65,6168$$

$$= 304,1831 \text{ kft}$$

$$c. M_{TOTAL} = 404,5616 + 304,1831$$

$$= 708,7447 \text{ kft}$$

$$\text{Str perlu} = \frac{708,7447 \times 12}{0,66 \times 36} = 357,9519 \text{ in}^3$$

$$\text{Ss perlu} = \frac{404,5616 \times 12}{0,6 \times 36} = 224,7564 \text{ in}^3$$

$$\text{Actr} = \frac{78,74}{6,3} \times 7,874 = 98,4125 \text{ in}^2$$

$$y_2 = \frac{7,874}{2} = 3,937 \text{ in}$$

$$I_c = \frac{1}{12} \times \left( \frac{78,74}{6,3} \right) \times 7,8743 = 508,4636 \text{ in}^4$$

##### 5. Pemilihan Profil

Dipakai profil W 27x 94

$$A_s = 27,7 \text{ in}^2 \quad I_s = 3270 \text{ in}^4$$

$$d = 26,92 \text{ in} \quad S_s = 243 \text{ in}^3$$

$$y_s = 13,46 \text{ in} \quad A_{tr} = 126,1125 \text{ in}^2$$

$$y_c = 30,857 \text{ in} \quad h = 34,794 \text{ in}$$

$$y_b = \frac{27,7 \times 13,46 + 98,4125 \times 30,857}{126,1125} = 27,0358 \text{ in}$$

$$I_{\text{KOMP}} = 3270 + 27,7 \times 13,5758^2 + 508,4636 + 98,4125 \times 3,8212^2$$

$$= 10320,6155 \text{ in}^4$$

$$S_b = \frac{10320,6125}{27,0358} = 381,7389 \text{ in}^3$$

$$S_t = \frac{10320,6155}{7,7582} = 1330,2848 \text{ in}^3$$

$$q_{\text{DL}} = 0,663 + 0,094 = 0,7383 \text{ k/ft} = 0,061525 \text{ k/in}$$

$$M_{\text{DL}} = 0,125 \times 0,7383 \times 65,61682 = 397,3498 \text{ k-ft}$$

$$M_{\text{TOTAL}} = 397,3498 + 304,1831 = 701,5329 \text{ k-ft}$$

#### 6. Kontrol Tegangan

$$f_c = \frac{701,5329 \times 12}{1330,2848} = 1,0045 \text{ ksi} < 2,61 \text{ ksi}$$

$$f_b = \frac{701,5329 \times 12}{381,7389} = 22,0528 \text{ ksi} < 23,76 \text{ ksi}$$

$$f_b \text{ baja} = \frac{397,3498 \times 12}{243} = 19,6222 \text{ ksi} < 21,6 \text{ ksi}$$

#### 7. Kontrol Lendutan

$$\frac{L}{360} = \frac{787,4016}{360} = 2,1872 \text{ in}$$

$$\Delta_{\text{DL}} = \frac{5}{384} \times \frac{(0,7383/12) \times 787,4016^4}{29000 \times 10320,6155}$$

$$= 1,0289 \text{ in}$$

$$\Delta_{LL} = \frac{1}{48} \times \frac{18,542 \times 787,40163^3}{29000 \times 10320,6155}$$

$$= 0,6301 \text{ in}$$

$$\Delta_{TOTAL} = 1,0289 + 0,6301 = 1,659 \text{ in} < 2,1872 \text{ in}$$

#### 8. Perhitungan Pmak berdasarkan pada tegangan baja

$$P = \frac{\frac{(F_y \times S_b)}{12} - M_{DL}}{0,25 \times L} = \frac{\frac{(23,76 \times 381,7389)}{12} - 397,3498}{0,25 \times 65,6168}$$

$$= 21,8537 \text{ kip}$$

#### a. Cek Tegangan Beton

$$M_{LL} = 0,25 \times 21,8537 \times 65,6168 = 358,4925 \text{ kft}$$

$$M_{TOTAL} = 358,4825 + 397,3498 = 755,8423 \text{ kft}$$

$$f_c = \frac{755,8423 \times 12}{1330,2848 \times 6,3} = 1,0822 \text{ ksi}$$

#### b. Cek Lendutan

$$\Delta_{LL} = \frac{1}{48} \times \frac{21,8537 \times 787,40163}{29000 \times 6,3} = 0,7426 \text{ in}$$

$$\Delta_{TOTAL} = 0,7426 + 1,0289 = 1,7715 \text{ in} < 2,1872 \text{ in}$$

#### 9. Perhitungan alat penyambung geser

Digunakan stud ukuran 3,5 in dengan diameter 7/8 in.

$$V_h = \frac{0,85 \times f_c \times A_c}{2} = \frac{0,85 \times 5,8 \times 78,74 \times 7,874}{2} = 1528,2969 \text{ kip}$$

$$V_h = \frac{A_s \cdot F_y}{2} = \frac{27,7 \cdot 36}{2} = 498,6 \text{ K}$$

$$N_{\frac{1}{2}L} = \frac{V_h \text{ terkecil}}{q} = \frac{498,6}{18} = 27,7 \approx 28 \text{ buah}$$

#### 4.3. Perhitungan Gelagar Baja Komposit Sistem Bangkitan Reaksi Tekan

$$1. y_{\text{MAK}} = \frac{1}{8} \frac{(0,7383/12) \cdot (787,4016/2)}{29000 \cdot 3270} = 1,9484 \text{ in}$$

2. Momen akibat pendongkrakan

$$M = - M_{DL} \\ = - 397,3498 \text{ k-ft}$$

3. Perhitungan reaksi tekan

a. Menghitung  $d_B^H$

$$M_x = (0,5 \cdot P + 0,5 \cdot 0,06125 \cdot 787,4016) \cdot x - 0,5 \cdot 0,06125 \cdot x^2 \\ = 0,5 \cdot P x + 24,2224 \cdot x - 0,03076 \cdot x^2$$

$$m_x = -1 \cdot y = - \left\{ \frac{x(787,4016 - x)}{7955,6175} + 27,0358 \right\}$$

$$d_B^H = 2 \int_0^{\frac{1}{2}l} M_x \cdot m_x \, dx \\ = 2 \int_0^{\frac{1}{2}l} \{ (0,5 \cdot P x + 24,2224 \cdot x - 0,03076 \cdot x^2) \cdot (-9,8979 \cdot 10^{-3} \cdot x + 1,257 \cdot 10^{-5} \cdot x^2 - 27,0358) \} \cdot dx$$

$$= 2 \cdot \int_0^{\frac{1}{2}l} \{-4,949 \cdot 10^{-3} \cdot Px^2 + 6,285 \cdot 10^{-6} \cdot Px^3 - 13,5179 \cdot Px - 0,2398 \cdot x^2 + 3,0448 \cdot 10^{-4} \cdot x^3 - 654,872 \cdot x + 3,0446 \cdot 10^{-4} \cdot x^3 - 3,8665 \cdot 10^{-7} x^4 + 0,8316 \cdot x^2\} \cdot dx$$

$$= 2 \cdot \int_0^{\frac{1}{2}l} \{-3,8665 \cdot 10^{-7} \cdot x^4 + 6,0894 \cdot 10^{-4} \cdot x^3 + 0,5619 \cdot x^2 - 654,872 \cdot x + 6,286 \cdot 10^{-6} \cdot Px^3 - 4,949 \cdot 10^{-3} \cdot Px^2 - 13,5179 \cdot Px\} \cdot dx$$

$$= 2 \cdot \left[ -7,733 \cdot 10^{-8} \cdot x^5 + 1,5223 \cdot 10^{-4} x^4 + 0,1973 x^3 - 327,436 x^2 + 1,5713 \cdot 10^{-6} Px^4 - 1,65 \cdot 10^{-3} Px^3 - 6,759 \cdot Px^2 \right]_0^{\frac{1}{2}l}$$

$$= - (71573598,74 + 2221115,609 \cdot P)$$

b. menghitung  $d_{bb}^H$

$$y^2 = \left[ \frac{x \cdot (787,4016 - x)}{79552,6175} + 27,0358 \right]^2$$

$$d_{bb} = 2 \int_0^{\frac{1}{2}l} y^2 \cdot dx$$

$$= 2 \int_0^{\frac{1}{2}l} \frac{x^2 (6,2 \cdot 10^5 - 1574,8032 + x^2)}{6,3286 \cdot 10^9} + 6,797 \cdot 10^{-4} \cdot x \cdot (787,4016 - x) + 730,9345$$

$$= 2 \int_0^{\frac{1}{2}l} 9,7968 \cdot 10^{-5} \cdot x^2 - 2,4484 \cdot 10^{-7} \cdot x^3 + 1,5801 \cdot 10^{-10} \cdot x^4 + 0,5352 \cdot x - 6,797 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 + 730,9345$$

$$\begin{aligned}
&= 2 \int_0^{\frac{1}{2} \cdot 1} 1,5801 \cdot 10^{-10} \cdot x^4 - 2,4884 \cdot 10^{-7} \cdot x^3 - 5,8173 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 + 0,5352 \cdot x + \\
&\quad 730,9345 \\
&= 2 \left[ 3,1602 \cdot 10^{-11} \cdot x^5 - 6,221 \cdot 10^{-8} \cdot x^4 - 1,9391 \cdot 10^{-4} \cdot x^3 + 0,2676 \cdot x^2 + \right. \\
&\quad \left. 730,9345 \cdot x \right]_{0}^{393,7008} \\
&= 632437,5602
\end{aligned}$$

### c. Reaksi Tekan

$$d_B^H + H_B \cdot d_{bb}^H = 0$$

$$H_B = \frac{71573598,74 + 2221115,609 \cdot P}{632437,5602}$$

$$= 113,171 + 3,512 P$$

### 4. Perhitungan Defleksi

$$\begin{aligned}
Mx &= 0,5 \cdot Px + 24,2224 \cdot x - 0,0308 \cdot x^2 - \{(113,171 + 3,512 \cdot P) \cdot (9,897 \cdot 10^{-3} \cdot x \\
&\quad - 1,257 \cdot 10^{-5} \cdot x^2 + 27,0358)\} \\
&= 0,5 \cdot Px + 24,2224 \cdot x - 0,0308 \cdot x^2 - 1,1201 \cdot x + 1,4226 \cdot 10^{-3} \cdot x^2 - \\
&\quad 3059,6685 - 0,0348 \cdot P + 4,4146 \cdot 10^{-5} \cdot Px^2 - 94,9497 \cdot P \\
&= -0,0293 \cdot x^2 + 23,1023 \cdot x - 3059,9669 + 4,4146 \cdot 10^{-5} \cdot Px^2 + 0,04652 \cdot Px - \\
&\quad 94,9497 \cdot P
\end{aligned}$$

$$mx = 0,5 \cdot Px - 3,512 P \cdot y$$

$$= 0,5 \cdot x - 3,512 \cdot (9,897 \cdot 10^{-3} \cdot x - 1,257 \cdot 10^{-5} \cdot x^2 + 27,0358)$$

$$= 0,5 \cdot x - 0,0348 \cdot x + 4,4146 \cdot 10^{-5} \cdot x^2 - 94,9497$$

$$= 4,4146 \cdot 10^{-5} \cdot x^2 + 0,4652 \cdot x - 94,9497$$



$$\begin{aligned}
Mx.mx &= (-0,0293 \cdot x^2 + 23,1023 \cdot x - 3059,9669 + 4,4146 \cdot 10^{-5} \cdot Px^2 + 0,4652 \\
&\quad \cdot Px - 94,9497 \cdot P) \cdot (4,4146 \cdot 10^{-5} \cdot x^2 + 0,4652 \cdot x - 94,9497) \\
&= -1,2935 \cdot 10^{-6} x^4 + 1,0199 \cdot 10^{-3} \cdot x^3 - 0,1351 \cdot x^2 + 1,9489 \cdot 10^{-9} \cdot Px^4 + \\
&\quad 2,0537 \cdot 10^{-5} \cdot Px^3 - 4,1916 \cdot 10^{-3} \cdot Px^2 - 0,0136 \cdot x^3 + 10,7472 \cdot x^2 - \\
&\quad 1423,4966 \cdot x + 2,0537 \cdot 10^{-5} \cdot Px^3 + 0,2164 \cdot Px^2 - 44,1706 \cdot Px + \\
&\quad 2,782 x^2 - 2193,5565 \cdot x + 291542,9344 - 4,1916 \cdot 10^{-3} \cdot Px^2 - \\
&\quad 44,1716 \cdot Px + 9015,4455 \cdot P \\
&= -1,2935 \cdot 10^{-6} \cdot x^4 - 0,01258 \cdot x^3 + 13,3941 \cdot x^2 - 3617,0531 \cdot x + \\
&\quad 290542,9344 + 1,9489 \cdot 10^{-9} \cdot Px^4 + 4,1074 \cdot 10^{-5} \cdot Px^3 + 0,208 \cdot Px^2 - \\
&\quad 88,3412 \cdot Px + 9015,4455 \cdot P
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Delta &= 2 \cdot \int_0^{\frac{1}{2} \cdot 1} Mx.mx \, dx \\
&= 2 \left[ -2,587 \cdot 10^{-7} \cdot x^5 - 3,145 \cdot 10^{-3} \cdot x^4 + 4,4647 \cdot x^3 + 4,4647 \cdot x^3 - 1808,5266 \right. \\
&\quad \left. \cdot x^2 + 290542,9344 \cdot x + 3,8978 \cdot 10^{-10} \cdot Px^5 + 1,0269 \cdot 10^{-5} \cdot Px^4 + 0,0693 \right. \\
&\quad \left. \cdot Px^3 - 44,1706 \cdot Px^4 + 9015,4455 \cdot Px \right] 393,7008
\end{aligned}$$

$$= \frac{57023285,08 + 2364530,779 \cdot P}{29000 \cdot 10320,6155}$$

$$= 0,1905 + 7,9003 \cdot 10^{-3} \cdot P$$

5. Momen ditengah bentang (  $\frac{1}{2}l = 393,7008 \text{ in}$  )

$$\begin{aligned} M &= 0,5.Px + 24,2224 x - 0,03076 x^2 - \{(113,171 + 3,512 .P) . (28,7937 - \\ &\quad 7,9003 .10^{-3} .P)\} \\ &= 196,8504 .P + 4768,5684 - 3258,6118 + 0,8941 .P - 101,1235 .P + \\ &\quad 0,0277.P^2 \\ &= 0,0277 .P^2 + 960621 .P + 1509,9566 \end{aligned}$$

6. Perhitungan tegangan saat pendongkrakan

$$\begin{aligned} f_a = f_b &= \frac{M_{DL} . Y_a}{I_s} \\ f_a = f_b &= \frac{397,3498 . 12 . 13,46}{3270} = 19,6269 \text{ ksi} \end{aligned}$$

7. Perhitungan Pmak dari tegangan beton

$$\begin{aligned} f_c &= - \frac{H_B}{A_{TOTAL}} - \frac{M_{TOTAL}}{Strt . n} \\ 2.61 &= - \frac{113,171 + 3,512 .P}{126,1125} - \frac{0,0277 .P^2 + 96,621 .P + 1509,9566}{1330,2848 .6,3} \end{aligned}$$

$$P_1 = 38,79 \text{ kip}$$

8. Perhitungan Pmak dari tegangan baja

$$\begin{aligned} f_b &= - \frac{H_B}{A_{TOTAL}} + \frac{M_{TOTAL}}{Strb} \\ 23,76 &= - \frac{113,171 + 3,512 .P}{126,1125} + \frac{0,0277 .P^2 + 96,621 .P + 1509,9566}{381,7389} \end{aligned}$$

$$P_2 = 89,33 \text{ kip}$$

## 9. Defleksi

$$\begin{aligned}\Delta &= 0,1905 + 7,9003 \cdot 10^{-3} \cdot P \\ &= 0,49695 \text{ in}\end{aligned}$$

## 10. Prosentase peningkatan beban hidup terpusat

$$\begin{aligned}\% P &= \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100 \% \\ \% P &= \frac{38,79 - 21,8537}{21,8537} \times 100\% \\ &= 77,4985 \%\end{aligned}$$

## 4.3.1. Perhitungan Peningkatan volume Baja

## a. Pembebanan

$$\text{Pelat} = 0,6443 \text{ k/ft}$$

$$\begin{aligned}\text{Profil} &= \frac{0,12 \text{ k/ft}}{0,7643 \text{ k/ft}} + \\ &= 0,157 \text{ k/ft}\end{aligned}$$

$$M_{DL} = 0,125 \times 0,7643 \times 65,61682 = 411,3429 \text{ k-ft}$$

$$P = 38,79 \text{ kip}$$

$$M_{LL} = 0,25 \times 38,79 \times 65,6168 = 636,3189 \text{ k-ft}$$

$$M_{TOTAL} = 411,3429 + 636,3189 = 1047,6618 \text{ k-ft}$$

$$\text{Str} = \frac{1047,6618 \times 12}{0,66 \times 36} = 529,1221 \text{ in}^3$$

$$\text{Ss perlu} = \frac{411,3429 \times 12}{0,6 \times 36} = 228,5238 \text{ in}^3$$

b. Dipakai profil W 33x118

$$A_s = 34,7 \text{ in}^2$$

$$I_s = 5900 \text{ in}^4$$

$$d = 32,86 \text{ in}$$

$$S_s = 359 \text{ in}^3$$

$$Y_s = 16,43 \text{ in}$$

$$A_{tr} = 133,1125 \text{ in}^2$$

$$Y_c = 36,797 \text{ in}$$

$$h = 40,734 \text{ in}$$

$$Y_b = \frac{34,7 \times 16,43 + 98,4125 \times 36,797}{133,1125} = 31,4677 \text{ in}$$

$$I_{KOMP} = 5900 + 34,7 \times 15,0377^2 + 508,4636 + 98,4125 \times 5,3293^2$$

$$= 17022,0656 \text{ in}^4$$

$$S_b = \frac{17022,0656}{31,4677} = 540,9371 \text{ in}^3$$

$$S_t = \frac{17022,0656}{9,2663} = 1836,9928 \text{ in}^3$$

$$q_{DL} = 0,6443 + 0,118 = 0,7623 \text{ k/ft}$$

$$M_{DL} = 0,125 \times 0,7623 \times 65,61682 = 410,2665 \text{ k-ft}$$

$$M_{TOTAL} = 410,2665 + 636,3189 = 1046,5854 \text{ k-ft}$$

c. Kontrol tegangan

$$f_c = \frac{1046,5854 \times 12}{1836,9928 \times 6,3} = 1,0852 \text{ ksi} < 2,61 \text{ ksi}$$

$$f_b = \frac{1046,5854 \times 12}{540,9371} = 23,2172 \text{ ksi} < 23,76 \text{ ksi}$$

$$f_{b_{baja}} = \frac{410,2665 \times 12}{359} = 13,7136 \text{ ksi} < 21,6 \text{ ksi}$$

d. Kontrol lendutan

$$\Delta_{DL} = \frac{5}{384} \times \frac{(0,7623/12) \times 787,40164}{29000 \times 17022,0656} = 0,6441 \text{ in}$$

$$\Delta_{LL} = \frac{1}{48} \times \frac{38,79 \times 787,40163}{29000 \times 17022,1656} = 0,382 \text{ in}$$

$$\Delta_{TOTAL} = 0,6441 + 0,382 = 1,0262 \text{ in} < 2,1872 \text{ in}$$

e. Perhitungan alat penyambung geser

Dipakai stud ukuran 3.5 in dengan diameter 7/8 in.

$$V_h = \frac{0,85 \times f'_c \times A_c}{2} = \frac{0,85 \times 5,8 \times 78,74 \times 7,874}{2} = 1528,2969 \text{ kip}$$

$$V_h = \frac{A_s \times F_y}{2} = \frac{34,7 \times 36}{2} = 624,6 \text{ kip}$$

$$N_{\frac{1}{2}} = \frac{624,6}{18} = 34,7 \approx 35 \text{ buah}$$

f. Efisiensi volume baja

$$\begin{aligned} \% V &= \frac{V_2 - V_1}{V_2} \times 100 \% \\ &= \frac{34,7 - 27,7}{34,7} \times 100 \% \\ &= 20,1729 \% \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan gelagar baja komposit dengan panjang bentang dan mutu beton yang lain, dapat dilihat pada tabel 4.1 sampai dengan tabel 4.4 .

Tabel 4.1 Perhitungan Gelagar Baja Komposit pada  $f'c = 5,075$  ksi

GELAGAR KONVENSIONAL					
PANJANG	10 m	12,5 m	15 m	17,5 m	20 m
PROFIL	W 18x35	W 21x50	W 24x62	W 24x76	W 27x94
Pmak (kip)	18,55	20,28	20,02	19,077	21,63
M tot (k-ft)	243,563	353,881	460,129	570,627	752,17
fa (ksi)	0,909	0,9185	0,924	1,0076	1,0498
fb(ksi)	23,76	23,76	23,76	23,76	23,76
Lendutan (in)	0,5676	0,8	1,059	1,4793	1,785
Luas (in <sup>2</sup> )	10,3	14,7	18,2	22,4	27,7
GELAGAR BANGKITAN REAKSI TEKAN					
Panjang (m)	10	12,5	15	17,5	20
Pmak (kip)	47,7078	44,668	40,5058	30,738	28,64
Hb (kip)	148,497	168,151	182,778	195,326	214,638
fa (ksi)	2,2837	2,2837	2,2837	2,2837	2,2837
fb (ksi)	20,496	16,933	14,627	12,1044	9,527
Camber (in)	0,7184	0,9291	1,244	1,735	1,9484
Lendutan (in)	-0,469	-0,634	-0,9905	-1,3238	-1,5132
%P	157,185	120,256	102,326	61,126	32,4
EFISIENSI VOLUME BAJA					
Panjang (m)	10	12,5	15	17,5	20
Profil	W 24x68	W 24x84	W 24x104	W 27x94	W 27x114
Mtot (k-ft)	487,171	611,0673	724,805	745,424	877,848
fa (ksi)	0,9137	1,021	1,087	1,0399	1,1123
fb (ksi)	22,58	23,599	22,14	23,53	22,98
Lendutan (in)	0,2259	0,4068	0,65	1,037	1,43
Luas (in <sup>2</sup> )	20,1	24,7	30,6	27,7	33,5
% V	48,7562	40,4858	40,5229	19,1336	17,3134

Tabel 4.2 Perhitungan Gelagar Baja Komposit pada  $f'c = 5,4375$  ksi

GELAGAR KONVENSIONAL					
PANJANG	10 m	12,5 m	15 m	17,5 m	20 m
PROFIL	W 18x35	W 21x50	W 24x62	W 24x76	W 27x94
Pmak (kip)	18,71	20,417	20,04	19,18	21,74
M tot (k-ft)	244,8758	355,2853	460,3752	572,1055	749,9741
fa (ksi)	0,9289	0,9364	0,9405	1,0243	1,065
fb(ksi)	23,76	23,76	23,76	23,76	23,76
Lendutan (in)	0,5643	0,7979	1,0562	0,9088	1,778
Luas (in <sup>2</sup> )	10,3	14,7	18,2	22,4	27,7
GELAGAR BANGKITAN REAKSI TEKAN					
Panjang (m)	10	12.5	15	17.5	20
Pmak (kip)	53,149	49,374	45,819	36,583	33,657
Hb (kip)	155,0848	186,0966	197,5557	212,6547	231,6707
fa (ksi)	2,447	2,447	2,447	2,447	2,447
fb (ksi)	23,5596	17,5975	16,202	13,103	10,738
Camber (in)	0,7184	0,9291	1,244	1,735	1,9484
Lendutan (in)	-0,4479	-0,6043	-0,9585	-1,2939	-1,4893
%P	184,055	141,827	128,637	90,736	54,816
EFISIENSI VOLUME BAJA					
Panjang (m)	10	12,5	15	17,5	20
Profil	W 24x76	W 27x84	W 27x102	W 30x108	W 30x116
Mtot (k-ft)	532,06	659,31	789,65	835,09	961,306
fa (ksi)	0,954	0,989	1,067	0,99	1,095
fb (ksi)	22,125	23,21	22,94	21,7	23,09
Lendutan (in)	0,2	0,556	0,469	0,798	1,2
Luas (in <sup>2</sup> )	22,4	24,8	30	31,7	34,2
% V	54,0178	40,7258	39,3333	29,3375	19,0058

Tabel 4.3 Perhitungan Gelagar Baja Komposit pada  $f'_c = 5,8$  ksi

GELAGAR KONVENSIONAL					
PANJANG	10 m	12,5 m	15 m	17,5 m	20 m
PROFIL	W 18x35	W 21x50	W 24x62	W 24x76	W 27x94
Pmak (kip)	18,9097	20,5638	20,2605	19,3032	21,8537
M tot (k-ft)	246,5148	356,7914	463,0897	573,8758	755,8423
fa (ksi)	0,9506	0,9555	0,958	1,0423	1,0822
fb(ksi)	23,76	23,76	23,76	23,76	23,76
Lendutan (in)	0,5661	0,7958	1,0535	1,4693	1,7715
Luas (in <sup>2</sup> )	10,3	14,7	18,2	22,4	27,7
GELAGAR BANGKITAN REAKSI TEKAN					
Panjang (m)	10	12,5	15	17,5	20
Pmak (kip)	56,86	55,22	51,511	41,35	38,79
Hb (kip)	169,7458	195,2501	212,1451	229,9958	249,4015
fa (ksi)	2,5745	2,61	2,61	2,61	2,61
fb (ksi)	23,76	20,2586	17,7892	14,1875	11,9051
Camber (in)	0,7184	0,9291	1,244	1,735	1,9484
Lendutan (in)	-0,4358	-0,5825	-0,8362	-1,2652	-1,4514
%P	200,6922	168,53	152,2643	114,2132	77,4985
EFISIENSI VOLUME BAJA					
Panjang (m)	10	12,5	15	17,5	20
Profil	W 24x76	W 27x94	W 30x108	W 30x108	W 33x118
Mtot (k-ft)	565,2031	718,4109	854,1397	908,4589	1047,6618
fa (ksi)	1,0232	1,0329	1,0309	1,0874	1,0811
fb (ksi)	23,3229	22,6759	22,2131	23,4307	23,1935
Lendutan (in)	0,2023	0,3108	0,4568	0,7926	1,0245
Luas (in <sup>2</sup> )	22,4	27,7	31,7	31,7	34,7
% V	54,0178	46,9314	42,5868	29,3375	20,1729



Tabel 4.4 Perhitungan Gelagar Baja Komposit pada  $f'_c = 6,1675$  ksi

GELAGAR KONVENSIONAL					
PANJANG	10 m	12,5 m	15 m	17,5 m	20 m
PROFIL	W 18x35	W 21x50	W 24x62	W 24x76	W 27x94
Pmak (kip)	19,1094	20,7175	20,3894	19,4233	21,9703
M tot (k-ft)	248,1529	358,3672	464,6755	569,503	757,755
fa (ksi)	0,9735	0,9758	0,9766	1,05	1,1001
fb(ksi)	23,76	23,76	23,76	23,76	23,76
Lendutan (in)	0,5648	0,7938	1,0505	1,4644	1,7648
Luas (in <sup>2</sup> )	10,3	14,7	18,2	22,4	27,7
GELAGAR BANGKITAN REAKSI TEKAN					
Panjang (m)	10	12,5	15	17,5	20
Pmak (kip)	58,2	60,66	56,63	46,52	45,73
Hb (kip)	174,9551	209,107	227,3362	246,5009	258,4301
fa (ksi)	2,6004	2,7731	2,7731	2,7731	2,7731
fb (ksi)	23,76	21,9571	19,4083	15,6028	14,7381
Camber (in)	0,7184	0,9291	1,244	1,735	1,9484
Lendutan (in)	-0,4097	-0,5522	-0,8056	-1,2299	-1,3697
%P	204,562	192,7959	177,7424	139,518	108,1446
EFISIENSI VOLUME BAJA					
Panjang (m)	10	12,5	15	17,5	20
Profil	W 24x76	W 30x99	W 30x116	W 30x116	W 33x130
Mtot (k-ft)	574,8488	778,389	925,0804	986,7879	1172,2709
fa (ksi)	0,8225	0,9963	1,0846	1,1479	1,1587
fb (ksi)	23,7068	22,009	22,1731	23,4678	23,2733
Lendutan (in)	0,0891	0,258	0,4568	0,7356	0,9331
Luas (in <sup>2</sup> )	22,4	29,1	34,2	34,2	37,3
% V	54,0178	49,48 45	46,7836	34,5029	27,6762

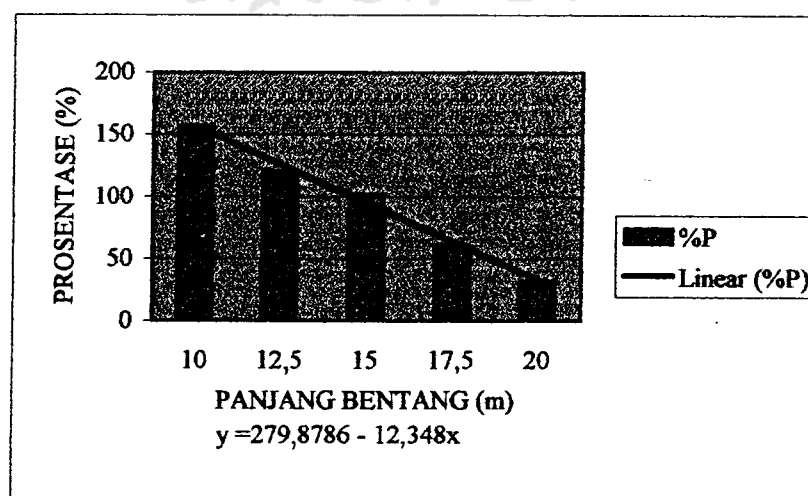
#### 4.4. Pembahasan

Dari hasil perhitungan terhadap semua bentang dan mutu beton yang ada dalam batasan masalah, yang meliputi perhitungan baja komposit konvensional dan baja komposit sistem bangkitan reaksi tekan, maka ada beberapa hal yang bisa dicermati sehubungan dengan perbandingan antara kedua jenis baja komposit tersebut.

Adapun hasil akhir dari perhitungan yang telah dilakukan dengan menggunakan batasan-batasan masalah yang ada dapat dilihat dari tabel 4.5 sampai dengan tabel 4.13 dan gambar 4.1 sampai dengan gambar 4.18.

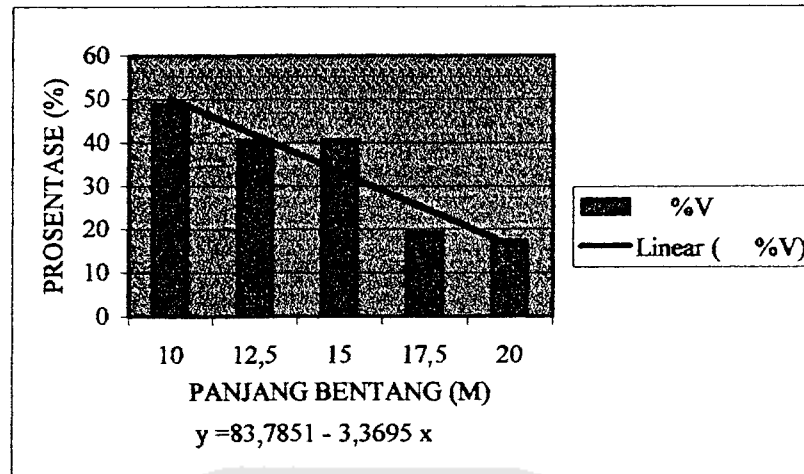
Tabel 4.5 Peningkatan Beban dan Efisiensi Volume Baja pada  $f'c = 5,075$  ksi

L (m)	Pmak (Kip)	%P	%V
10	18,55	157,19	48,7562
12,5	20,28	120,26	40,4858
15	20,02	102,33	40,5229
17,5	19,077	61,126	19,1336
20	21,63	32,4	17,3134

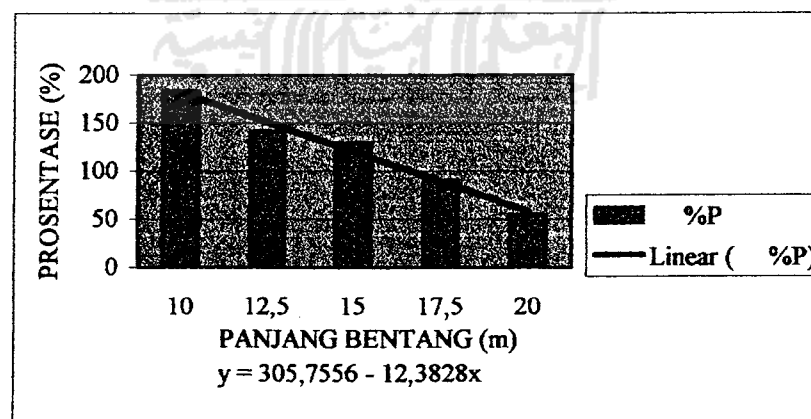


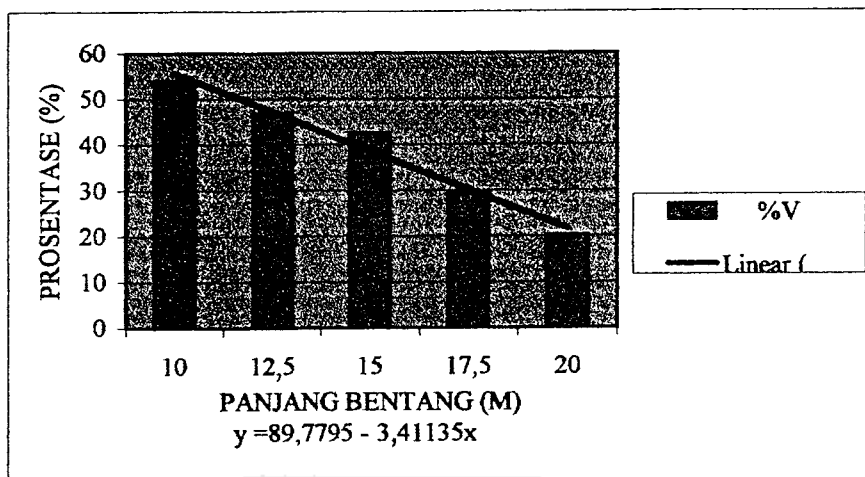
Gambar 4.1 Grafik Peningkatan Beban pada  $f'c = 5,075$  ksi



Gambar 4.2 Grafik Efisiensi Volume Baja pada  $f'c = 5,075$  ksiTabel 4.6 Peningkatan Beban dan Efisiensi Volume Baja pada  $f'c = 5,4375$  ksi

L (m)	Pmak (Kip)	%P	%V
10	53,149	184,06	54,018
12,5	49,374	141,83	40,726
15	45,819	128,64	39,333
17,5	36,583	90,736	29,338
20	33,657	54,816	19,006

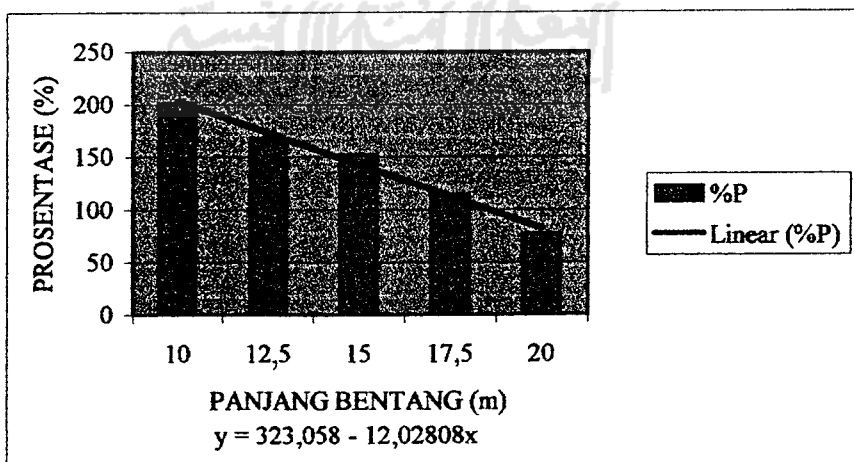
Gambar 4.3 Grafik Peningkatan Beban pada  $f'c = 5,4375$  ksi



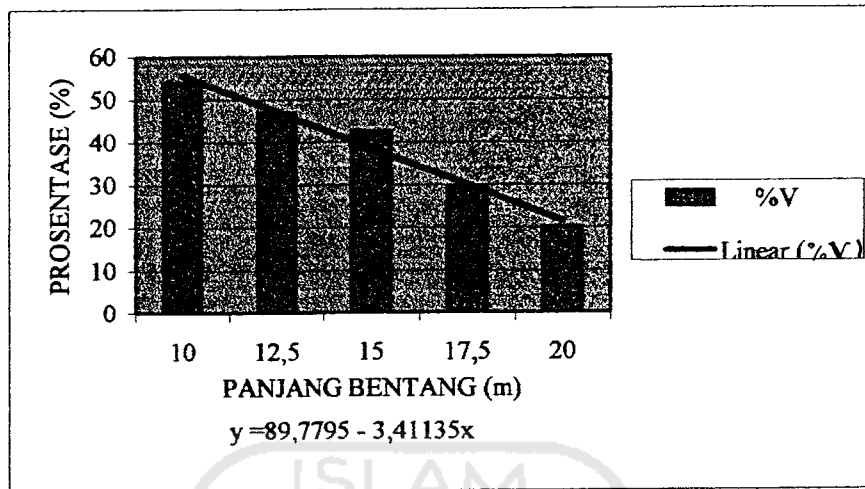
Gambar 4.4 Grafik Efisiensi Volume Baja pada  $f'c = 5,4375$  ksi

Tabel 4.7 Peningkatan Beban dan Efisiensi Volume Baja pada  $f'c = 5,8$  ksi

L (m)	Pmak (kip)	%P	%V
10	56,86	200,69	54,0178
12,5	55,22	168,53	46,9314
15	51,511	152,26	42,5868
17,5	41,35	114,21	29,3375
20	38,79	77,499	20,1729



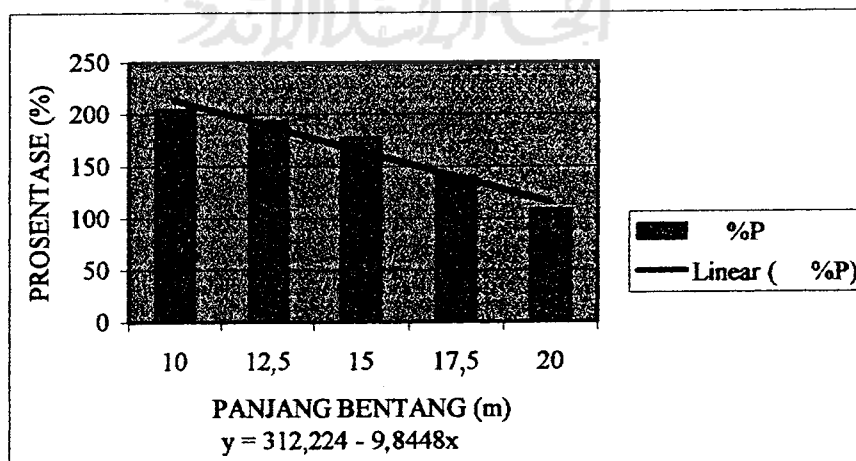
Gambar 4.5 Grafik Peningkatan Beban pada  $f'c = 5,8$  ksi



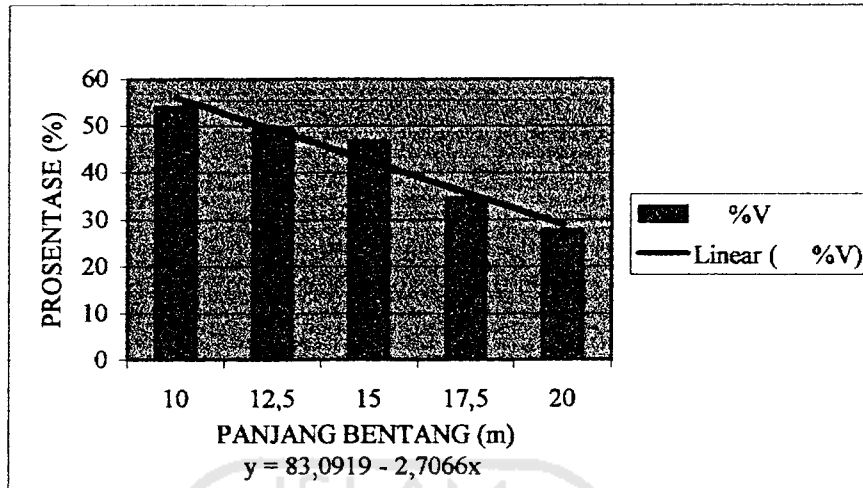
Gambar 4.6 Grafik Efisiensi Volume Baja pada  $f'c = 5,8$  ksi

Tabel 4.8 Peningkatan Beban dan Efisiensi Volume Baja pada  $f'c = 6,1625$  ksi

L (m)	Pmak (kip)	%P	%V
10	58,2	204,56	54,0178
12,5	60,66	192,8	49,4845
15	56,63	177,74	46,7836
17,5	46,52	139,52	34,5029
20	45,73	108,14	27,6762



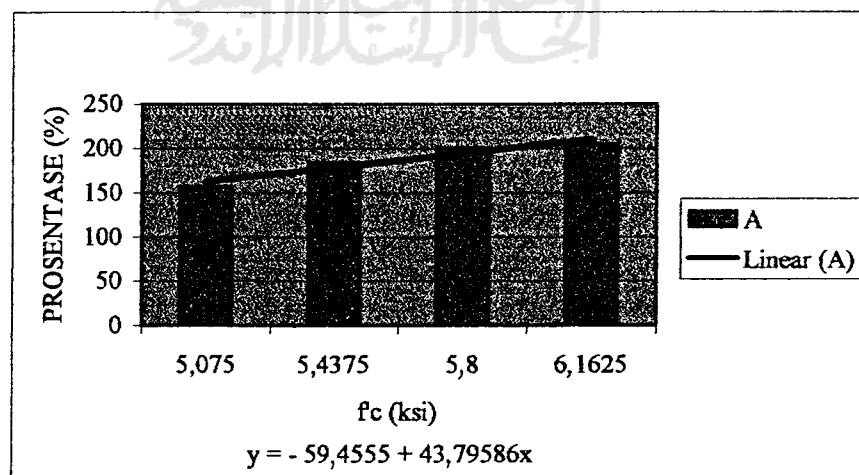
Gambar 4.7 Grafik Peningkatan Beban pada  $f'c = 6,1625$  ksi



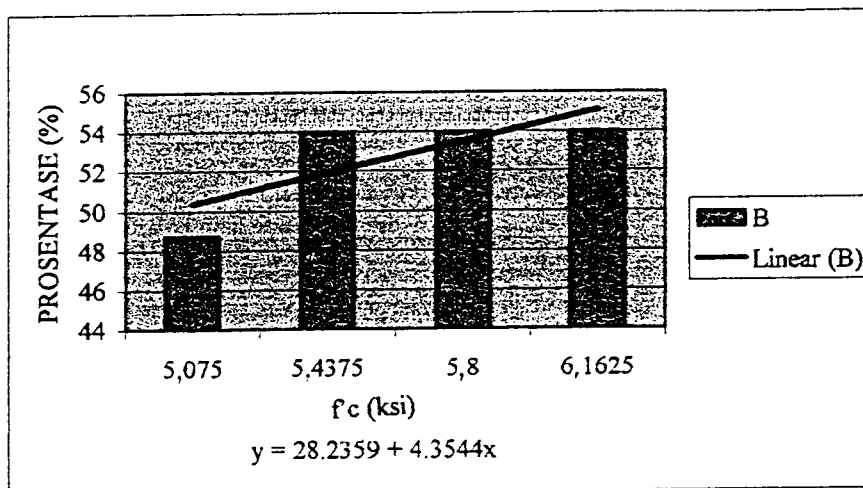
Gambar 4.8 Grafik Efisiensi Volume Baja pada  $f_c = 6,1625$  ksi

Tabel 4.9 Peningkatan Beban dan Efisiensi Volume Baja pada Bentang 10 m

$f_c$ (ksi)	$P_{mak}$ (kip)	% P	% V
5,075	47,708	157,185	48,7562
5,4375	53,149	184,055	54,0178
5,8	56,86	200,69	54,0178
6,1625	58,2	204,56	54,0178



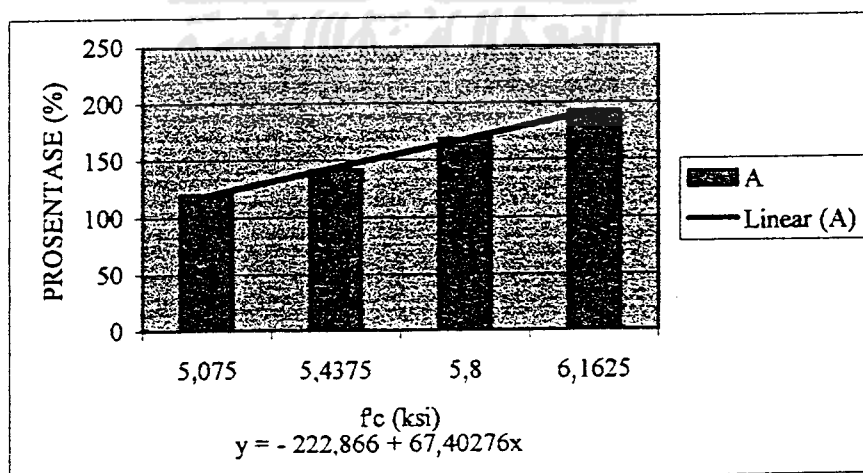
Gambar 4.9 Grafik Peningkatan Beban pada Bentang 10 m



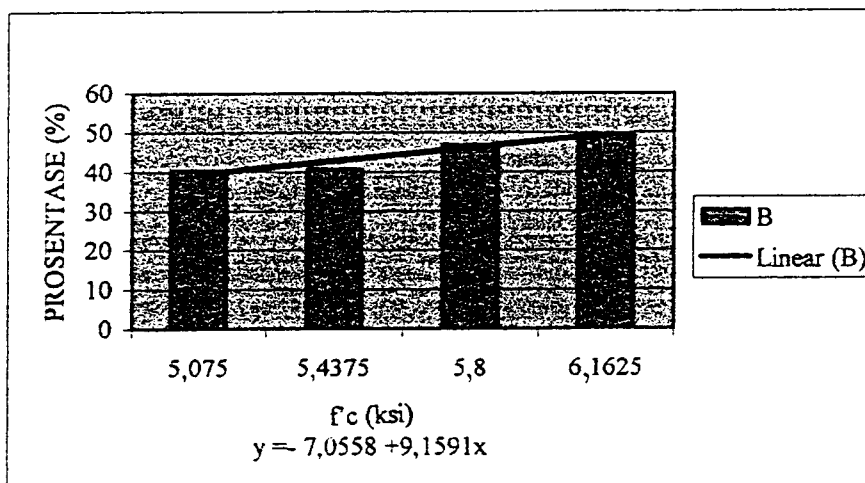
Gambar 4.10 Grafik Efisiensi Volume Baja pada Bentang 10 m

Tabel 4.10 Peningkatan Beban dan Efisiensi Volume pada Bentang 12,5 m

fc (ksi)	Pmak (Kip)	% P	% V
5,075	44,668	120,256	40,4858
5,4375	49,374	141,827	40,7258
5,8	55,22	168,53	46,9314
6,1625	60,66	192,8	49,4845



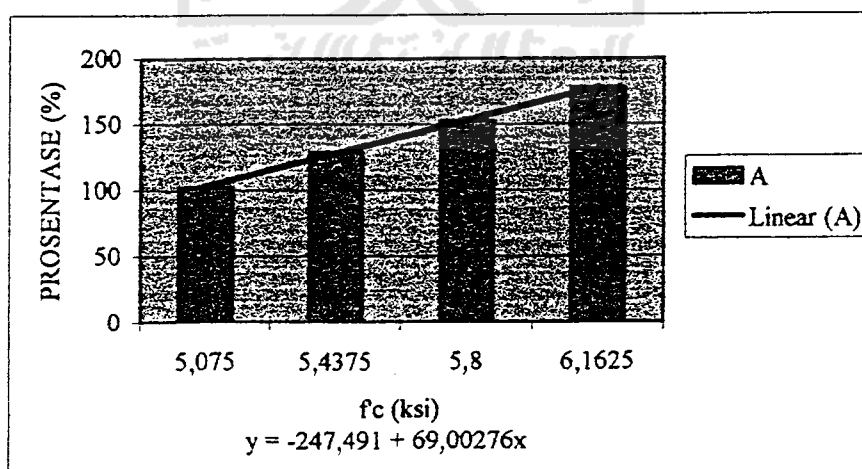
Gambar 4.11 Grafik Peningkatan Beban pada Bentang 12,5 m



Gambar 4.12 Grafik Efisiensi Volume Baja pada Bentang 12,5 m

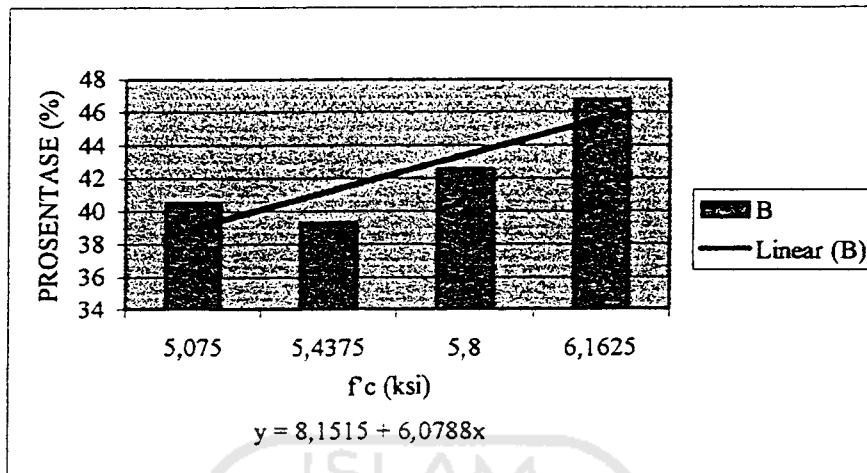
Tabel 4.11 Peningkatan Beban dan Efisiensi Volume Baja pada Bentang 15 m

$f'c$ (ksi)	$P_{mak}$ (kip)	% P	% V
5,075	40,5058	102,326	40,5229
5,4375	45,819	128,637	39,3333
5,8	51,511	152,26	42,5868
6,1625	56,63	177,74	46,7836



Gambar 4.13 Grafik Peningkatan Beban pada Bentang 15 m

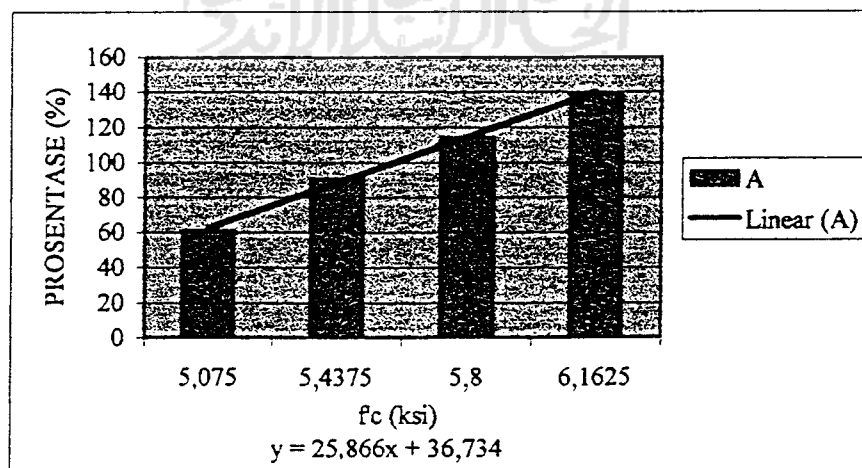




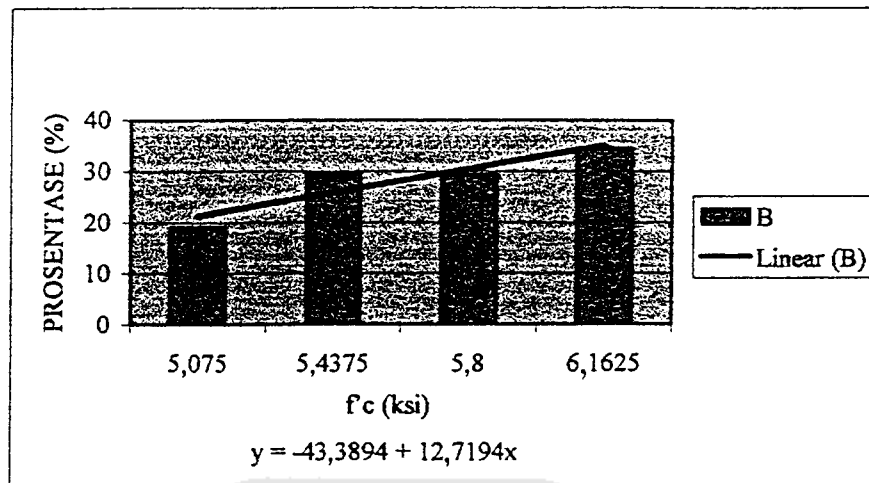
Gambar 4.14 Grafik Efisiensi Volume Baja pada Bentang 15 m

Tabel 4.12 Peningkatan Beban dan Efisiensi Volume Baja pada Bentang 17,5 m

f'c (ksi)	Pmak (kip)	% P	% V
5,075	30,738	61,126	19,1336
5,4375	36,583	90,736	29,3375
5,8	41,35	114,21	29,3375
6,1625	46,52	139,52	34,5029



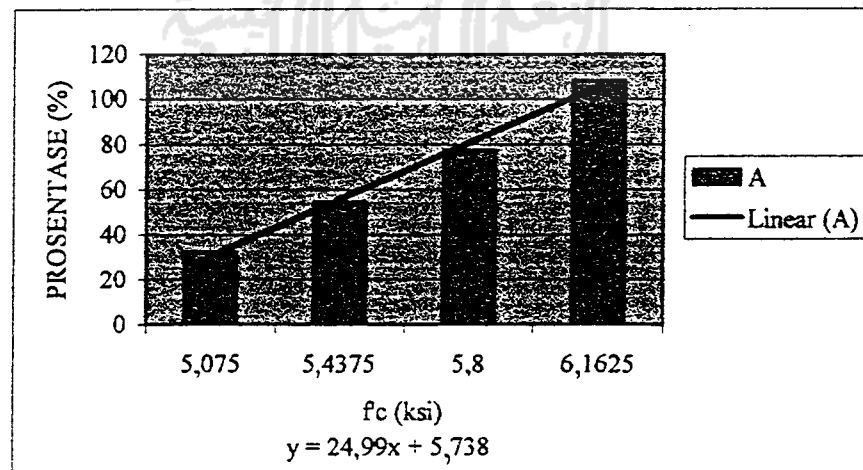
Gambar 4.15 Grafik Peningkatan Beban pada Bentang 17,5 m



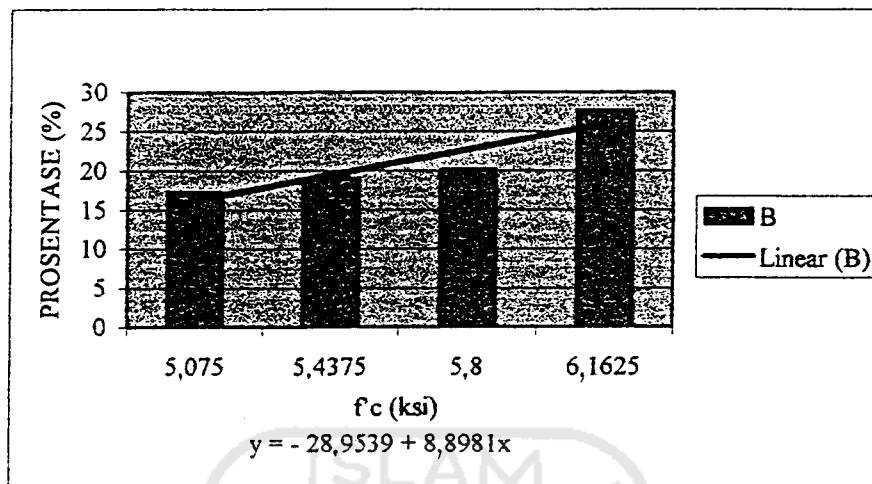
Gambar 4.16 Grafik Efisiensi Volume Baja pada Bentang 17,5 m

Tabel 4.13 Peningkatan Beban dan Efisiensi Volume Baja pada Bentang 20 m

fc (ksi)	Pmak (kip)	% P	% V
5,075	28,64	32,4	17,3134
5,4375	33,657	54,816	19,0058
5,8	38,79	77,499	20,1729
6,1625	45,73	108,14	27,6762



Gambar 4.17 Grafik Peningkatan Beban pada Bentang 20 m



Gambar 4.18 Grafik Efisiensi Volume Baja pada Bentang 20 m

Berdasarkan tabel dan gambar diatas terdapat beberapa hal yang bisa kita cermati, yaitu :

1. Perlakuan pendongkrakan pada gelagar baja untuk membuat gelagar komposit dengan sistem bangkitan reaksi tekan ternyata pada bentang-bentang tertentu dapat membuat kemampuan gelagar dalam menerima beban kerja menjadi lebih besar, hal ini disebabkan karena lengkungan negatif yang terjadi akibat pendongkrakan dapat menyebabkan reaksi tekan horisontal yang melawan momen yang bekerja.
2. Peningkatan mutu beton pada gelagar baja komposit dengan sistem bangkitan reaksi tekan dapat meningkatkan kemampuan gelagar dalam menerima beban kerja, karena pada gelagar baja komposit dengan sistem bangkitan reaksi tekan, beban kerja maksimum yang dapat diterima gelagar sebagian besar diambil dari tinjauan terhadap tegangan beton dan hanya pada gelagar dengan

bentang 10 m dan mutu beton 40 Mpa serta 42,5 Mpa yang beban kerja maksimumnya diambil dari tegangan baja.

3. Dengan adanya peningkatan kemampuan menerima beban kerja, gelagar baja komposit sistem bangkitan reaksi tekan dapat memberikan efisiensi volume yang besar jika dibandingkan dengan gelagar baja komposit konvensional. Efisiensi volume yang besar ini dapat terjadi karena adanya perbedaan yang besar dalam menerima beban kerja antara gelagar baja komposit konvensional dan gelagar baja komposit sistem bangkitan reaksi tekan.
4. Untuk bentang-bentang diatas 20 m dimungkinkan gelagar baja komposit dengan sistem bangkitan reaksi tekan tidak efisien lagi untuk digunakan, hal ini disebabkan karena untuk bentang-bentang tersebut gaya aksial tekan yang timbul semakin besar sehingga tegangan beton menjadi tidak aman karena adanya penambahan tegangan tekan pada pelat beton akibat gaya bangkitan reaksi tekan.
5. Sistem bangkitan reaksi tekan pada gelagar baja komposit dapat memberikan reduksi yang besar pada tegangan baja terutama untuk bentang-bentang yang semakin panjang, hal ini dikarenakan untuk bentang yang semakin panjang gaya aksial yang timbul menjadi semakin besar sehingga reduksi tegangan baja yang terjadi semakin besar juga. Akan tetapi berlawanan dengan yang terjadi pada tegangan baja, pada beton tegangan yang terjadi akan semakin besar sehingga dengan sedikit penambahan beban kerja akan menyebabkan tegangan ijin beton terlampaui.

6. Pada saat gelagar komposit bangkitan reaksi tekan menerima beban kerja maksimum gelagar komposit masih dalam posisi melendut keatas hal ini dikarenakan adanya tahanan dari reaksi tekan yang terjadi.

