ANALISIS PERBANDINGAN GELAGAR JEMBATAN SISTEM *PRECAST* DAN SISTEM *COMPOSITE* PADA BENTANG PINGGIR JEMBATAN PAGOTAN KECAMATAN ARJOSARI KABUPATEN PACITAN DITINJAU DARI SEGI BIAYA DAN METODE PELAKSANAANYA

Naskah Publikasi

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil

diajukan oleh :

ANISA SOFIANI
NIM : D 100 080 017

kepada

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2012

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERBANDINGAN GELAGAR JEMBATAN SISTEM *PRECAST* DAN SISTEM *COMPOSITE* PADA BENTANG PINGGIR JEMBATAN PAGOTAN KECAMATAN ARJOSARI KABUPATEN PACITAN DITINJAU DARI SEGI BIAYA DAN METODE PELAKSANAANYA

Tugas Akhir

diajukan dan dipertahankan pada ujian pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
pada tanggal 25 Oktober 2012

diajukan oleh :

ANISA SOFIANI
NIM : D 100 080 017

Susunan Dewan Penguji:

Pembimbing Utama	Pembimbing Pendamping
Ir. H. M. Nursahid, M.M., M.T.	Basuki, S.T.,M.T.
NIP : 132290021	NIK : 783

Anggota

Ir. H. Suhendro Trinugroho, M.T.
NIK : 732

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta, 25 Oktober 2012

Dekan Fakultas Teknik	Ketua Program Studi Teknik Sipil
Ir. Agus Riyanto, M.T.	Ir. H. Suhendro Trinugroho, M.T.
NIK : 483	NIK : 732

ANALISIS PERBANDINGAN GELAGAR JEMBATAN SISTEM *PRECAST* DAN SISTEM *COMPOSITE* PADA BENTANG PINGGIR JEMBATAN PAGOTAN KECAMATAN ARJOSARI KABUPATEN PACITAN DITINJAU DARI SEGI BIAYA DAN METODE PELAKSANAANYA

Nama : ANISA SOFIANI
NIM : D 100080017
Jurusan : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Abstrak

Tugas akhir ini dimaksudkan untuk meneliti efisiensi antara penggunaan gelagar *precast* yang akan diganti dengan gelagar *composite* pada pembangunan bentang pinggir proyek Jembatan Pagotan, Kecamatan Arjosari, Kabupaten Pacitan. Penelitian ini akan membandingkan ke dua konstruksi dari segi biaya, metode pelaksanaan.

Gelagar dengan metode *komposite* umumnya dipakai untuk bentang dengan panjang L < 30 m. Struktur jembatan ini menggunakan gelagar *precast* untuk bentang pinggir dengan bentang 25 m. Dari hasil penelitian ini didapat perbedaan dalam metode pelaksanaan kedua metode tersebut adalah dalam pelaksanaan pekerjaan gelagar jembatan. Pada metode pelaksanaan pekerjaan gelagar jembatan *precast* terdapat pekerjaan perakitan gelagar, peletakan segmen gelagar, penarikan atau *jacking force*, pekerjaan *erection* dan pekerjaan diafragma, sedangkan dalam pelaksanaan pekerjaan gelagar jembatan *composite* terdapat pekerjaan persiapan, pekerjaan pemasangan perancah, penyambungan profil baja, pemasangan gelagar induk, pengecatan profil baja, pemasangan *shear connector*, dan pemasangan diafragma. Perbandingan peralatan terdapat pada pekerjaan gelagar jembatan dimana pada pekerjaan gelagar *precast* terdapat pekerjaan penarikan yang menggunakan alat mesin penarik sedangkan dalam pekerjaan gelagar *composite* terdapat pekerjaan pengecatan profil baja yang menggunakan alat-alat antara lain *airless spray* dan *air spray compresor*.

Biaya gelagar dengan metode *composite* adalah sebesar Rp 2.251.585.105,12,- biaya gelagar dengan metode *precast* Rp 2.522.780.155,97,- dengan selisih biaya Rp 271.195.050,85,-.. Dari hasil perhitungan didapat gelagar *composite* menggunakan gelagar profil baja IWF dengan dimensi 900x300x16x28 dan untuk diafragma menggunakan gelagar profil baja IWF dengan dimensi 450x200x8x12, cover plat digunakan profil L 50x50x5, *shear connector* menggunakan besi tulangan dengan diameter 22 mm dan untuk baut sambungan gelagar menggunakan baut diameter 22 mm, utuk penulangan plat lantai didapat tulangan pokok D18-150 dan untuk tulangan bagi D10-200.

Kata kunci : Jembatan Pagotan Pacitan, metode *precast*, metode *composite*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Jembatan adalah suatu struktur kontruksi yang memungkinkan route transportasi melalui sungai, danau, kali, jalan raya, jalan kereta api dan lain-lain. Jembatan berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh adanya rintangan-rintangan seperti lembah yang dalam, alur sungai saluran irigasi dan pembuang.

Berdasarkan bahan konstruksinya jembatan dapat dapat dibedakan menjadi beberapa macam antara lain :

1. Jembatan Kayu
2. Jembatan Beton
3. Jembatan Beton Prategang
4. Jembatan Baja
5. Jembatan Komposit

Data teknis bangunan atas proyek jembatan Pagotan meliputi hal – hal berikut :

1. Panjang jembatan : 150 m
2. Lebar jembatan : 8 m
3. Lebar jalur lalu lintas : 6 m
4. Lebar trotoar : 0,5 m
5. Jumlah bentang : 4
6. Panjang bentang pinggir : 25 m
7. Panjang bentang tengah : 50 m
8. Tebal plat lantai : 20 cm

Semakin berkembangnya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, semakin berkembang pula metode pelaksanaan proyek bangunan khususnya pada proyek jembatan. Untuk pembangunan pada proyek jembatan khususnya pada bagian gelagar dapat digunakan metode *precast* dan metode *composite*

Dalam bahasan ini sangat berkaitan dengan studi perbandingan pembangunan gelagar bentang pinggir pada jembatan Pagotan Kecamatan Arjosari Kabupaten Pacitan yang menggunakan sistem *precast* dengan sistem *composite* dilihat dari biaya dan melihat perbandingan metode pelaksanaanya,sehingga akan diperoleh suatu perbandingan yang nyata dari kedua metode tersebut.

1.2.Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka diambil suatu rumusan masalah sebagai berikut

1. Bagaimana perbandingan metode pelaksanaan gelagar *precast* dan gelagar *composite*?
2. Bagaimana perbandingan peralatan yang digunakan dalam kedua metode tersebut ?
3. Seberapa besar perbandingan biaya yang diperlukan untuk pembuatan gelagar jembatan dengan metode *precast* dan metode *composite* ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari diadakanya penelitian ini adalah:

1. Mengetahui perbandingan metode pelaksanaan gelagar *precast* dan gelagar *composite*.
2. Mengetahui perbandingan peralatan yang digunakan dalam kedua metode tersebut.
3. Mengetehui perbandingan biaya pelaksanaan pembangunan metode *precast* dengan metode *composite*.

1.4. Manfaat penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dalam bidang teknik sipil khususnya managemen konstruksi pembangunan jembatan.
2. Mengetahui perbandingan-perbandingan biaya pembangunan gelagar metode *precast* dengan metode *composite.*
3. Memberikan tambahan sumbangan pemikiran tentang ilmu pengetahuan, khususnya para pelaksana jasa konstruksi bangunan jembatan dalam memilih konstruksi gelagar yang efisien biaya dan metode pelaksanaannya.

1.5. Batasan Masalah

Supaya tidak terjadi perluasan dalam pembahasan, maka diberikan batasan-batasan secara teknis sebagai berikut :

1. Studi perbandingan dilakukan pada proyek pembangunan jembatan Pagotan Kecamatan Arjosari Kabupaten Pacitan pada gelagar bentang pinggir yang semula

menggunakan metode *precast* akan dikonversi menjadi metode *composite* dengan mutu pelaksanaan yang sama.

2. Segi perbandingan yang diteliti adalah :
   a) Metode pelaksanaan proyek jembatan dengan metode *precast* dan metode *composite.*
   b) Membandingkan peralatan yang digunakan dalam kedua metode tersebut.
   c) Biaya yang diperlukan untuk pembuatan gelagar dengan metode *precast* dan metode *composite*.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton *Precas*t

Jembatan Pagotan Kecamatan Arjosari Kabupaten Pacitan merupakan jembatan yang menggunakan gelagar dengan sistem beton *precast* pada bentang pinggir sebagai bahan konstruksinya. Adapun pengertian dari beton *precas*t (pracetak) adalah teknologi konstruksi struktur beton dengan komponen – komponen penyusun yang dicetak terlebih dahulu pada suatu tempat khusus *(off- site fabricatioan),* terkadang komponen tersebut disusun dan disatukan terlebih dahulu *(pre – assembly),* dan selanjutnya dipasang di lokasi *(installation). Precas*t dapat diartikan sebagai suatu proses produksi elemen struktur pada suatu lokasi yang berbeda dengan lokasi dimana elemen tersebut dapat digunakan

Keunggulan beton *precast* antara lain sebagai berikut :

1. Durasi waktu pelaksanaan proyek menjadi lebih singkat.
2. Mengurangi biaya konstruksi.
3. Kontinuitas proses konstruksi dapat terjaga.
4. Mengurangi biaya pengawasan dan menghasilkan kualitas beton yang baik.

2.2. Beton Composite

Struktur *composite* merupakan suatu struktur yang terdiri dari elemen struktur dengan bahan material yang berbeda dan bekerja bersama-sama membentuk suatu kesatuan dimana masing-masing bahan atau material tersebut mempunyai kekuatan sendiri-sendiri. Struktur *composite* dibentuk oleh elemen baja dan beton dengan memanfaatkan perilaku interaktif yang terjadi antara baja dan beton serta memobilisasi kemampuan yang optimal dari masing-masing bahan dalam memikul beban.

2.3. Biaya

Biaya adalah sesuatu yang akan dikorbankan atau akan diberikan pada pihak lain, sebagai kontra prestasi atas sesuatu yang diterima dari pihak lain tersebut.

2.4. Peralatan

Pengertian alat (peralatan) adalah suatu benda yang digunakan untuk mengerjakan sesuatu ; perkakas, perabot yang dipakai untuk mencapai maksud.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1.Metode *Precast*

Metode *precast* adalah bagian – bagian beton bertulang atau tak bertulang yang dicetak dalam kedudukan lain dari kedudukan akhirnya di dalam konstruksi. Beton *precast* dihasilkan dari proses produksi dimana lokasi pembuatannya berbeda dengan lokasi dimana elemen akan digunakan.

3.2.Metode *Composite*

Gelagar sistem *composite* adalah gelagar yang terbuat dari dua jenis bahan atau lebih yang digabung dengan cara sedemikian rupa sehingga dapat bekerja sebagai satu kesatuan dalam memikul beban, yang menjadikan kedua bahan atau lebih tersebut dapat dianggap menjadi satu kesatuan adalah akibat dipasangnya alat penyambung geser (*shear connector*) pada permukaan sentuh kedua bahan.

Keuntungan dari sistem composite antara lain (***Salmon, 1991***) :

1. Penghematan berat baja (sampai 30%)
2. Tinggi balok dapat dikurangi
3. Kekakuan balok meningkat

4. Panjang batang untuk penampang tertentu dapat lebih besar

3.3. Pembebanan

Beban yang bekerja pada gelagar utama adalah sebagai berikut :

1. Beban mati (q_D) terdiri atas : berat pipa railing, berat tiang sandaran, berat trotoar, berat kerb, berat lantai jembatan, berat lapian perkerasan aspal, berat genangan air hujan, berat sendiri gelagar utama.
2. Beben hidup (q_L) terdiri atas : beban merata, beban garis, beban rem
3. Beban angin

Beban mati ada dua macam yaitu :

1. Beban mati primer, yaitu beban mati yang berasal dari struktur utama jembatan seperti gelagar jembatan, gelagar anakan, lantai jembatan, rangka utama, pertambahan angin, alat penyambung dan lain-lain.
2. Beban mati sekunder, yaitu beban mati yang berasal dari kelengkapan jembatan, seperti lapisan aspal, air hujan, kerb, trotoar, pipa railing, tiang sandaran,dan lain-lain.
3. Beban hidup merata: q = 2,2 ton/m'

Besar 'q' ditentukan sebagai berikut :

q = 2,2 t/m' .....untuk L < 30 m

q = 2,2 t/m'- 1,1/60 x (L – 30) t/m' ..... untuk 30 m <L< 60 m

q = 1,1 (1 + 30/L0 t/m' .... untuk L>60m

2.5. Kombinasi Pembebanan

Tegangan yang digunakan dinyatakan dalam prosen terhadap tegangan yang diijinkan sesuai kombinasi pembebanan dan gaya.

Kombinasi beban	Macam Pembebanan dan gaya	Tegangan yang digunakan dalam %
I	M+(H+K)+Ta+Tu	100%
II	$M+T_a+A_h+G_g+A+S_r+T_m$	125%
III	Kombinasi $1+R_m+G_g+A_{Hg}+T_u$	140%
IV	$M+G_h+T_{ag}+G_g+A_{Hg}+T_u$	150%
V	M+P1	130%
VI	$M+(H+K)+T_a+S+T_b$	150%

2.6. Perhitungan Tegangan

Pada jembatan komposit baja–beton perbedaan metode pelaksanaan mempengaruhi perhitungan tegangan dalam pelaksanaan.

a. Metode pelaksanaan tanpa penunjang

Tegangan / Momen	Bottom Steel σ_{bs}, (Mpa)	Top Steel σ_{ts}, (Mpa)	Top Concrete σ_{tc}, (Mpa)
M_{MP}	$\frac{M_{MP}}{S_s}$	$\frac{M_{MP}}{S_s}$	
M_{MS}	$\frac{M_{MS}}{S_{bs3}}$	$\frac{M_{MS}}{S_{ts3}}$	$\frac{M_{Ms}}{3.n.S_{tc3}}$
$M_{H+K+dII}$	$\frac{M_{H+K+dII}}{S_{bs1}}$	$\frac{M_{H+K+dII}}{S_{ts1}}$	$\frac{M_{H+K+d11}}{1.n.S_{tc1}}$
	$\sum.....\leq \overline{\sigma_s}$	$[\sum.....]\leq \overline{\sigma_s}$	$[\sum....]\leq \overline{\sigma_c}$

$\overline{\sigma_c}$ = tegangan izin baja = fy / 1,5

$\overline{\sigma_s}$ = tegangan izin beton = 0,45.f_c'

b. Metode pelaksanaan dengan penunjang

Tegangan / Momen	Bottom Steel σ_{bs}, (Mpa)	Top Steel σ_{ts}, (Mpa)	Top Concrete σ_{tc}, (Mpa)
M_{MP+MS}	$\frac{M_{MP+MS}}{S_{bs3}}$	$\frac{M_{MP+MS}}{S_{bs3}}$	$\frac{M_{MP+MS}}{3.n.S_{tc3}}$
$M_{H+K+dII}$	$\frac{M_{H+K+dII}}{S_{bs3}}$	$\frac{M_{H+K+dII}}{S_{ts1}}$	$\frac{M_{H+K+d11}}{1.n.S_{tc1}}$
	$\sum.....\leq \overline{\sigma_s}$	$[\sum.....]\leq \overline{\sigma_s}$	$[\sum.....]\leq \overline{\sigma_c}$

M_{MP}= momen akibat beban mati primer

M_{MP}= momen akibat beban mati sekunder

$M_{H+K+dII}$ = momen akibat beban hidup,beban,beban kejut, dll

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1. Tahapan Penelitian

Tahap I :Pengumpulan data

Tahap II :Menganalisis metode pelaksanaan dan alat – alat yang digunakan pada kedua sistem gelagar tersebut.

Tahap III :Perencanaan gelagar bentang pinggir jembatan.

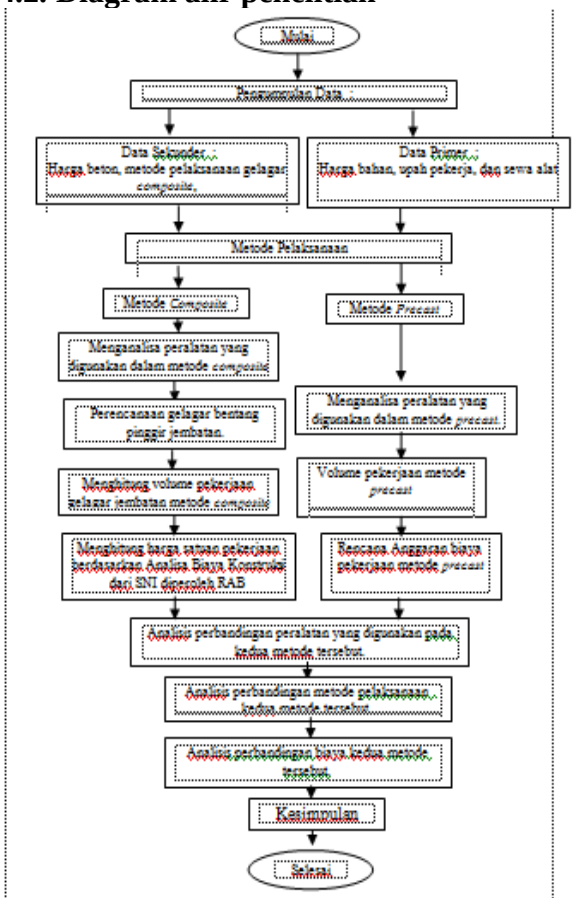
Tahap IV :Menghitung volume pekerjaan gelagar sistem *composite.*

Tahap V : Menghitung harga satuan pekerjaan gelagar sistem *composite* berdasarkan analisa biaya konstruksi dari SNI diperoleh RAB.

Tahap VI :Menganalisis perbedaan peralatan yang digunakan pada kedua

metode tersebut.
Tahap VII :Menganalisa perbedaan biaya kedua metode.
Tahap VIII: Pembahasan.

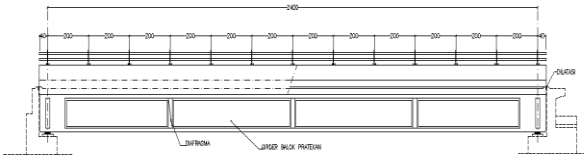
4.2. Diagram alir penelitian



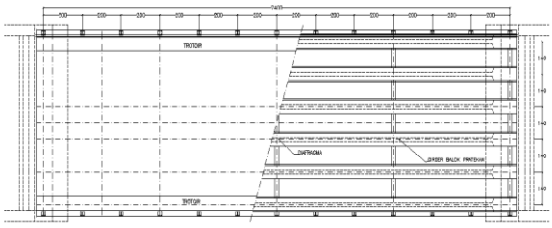
BAB V
PEMBAHASAN

5.1.Kriteria Perencanaan

Kriteria perencanaan ini mencakup perencanaan gelagar yang semula menggunakan gelagar *precast* akan diganti menggunakan gelagar *composite*.



Gambar V.1 Potongan memanjang gelagar *precast*



Gambar V.2 Denah gelagar *precast*

Data gelagar *precast*

Gelagar *Precast*		Bahan
Bentang	: 25 m	Beton, f_c' = 30 MPa
Lebar jembatan	: 8 m	Baja, f_y = 320 MPa
Lebar trotoar	: 0,5 m	Bj Beton =25 kN/m^3
Jarak antar tiang sandaran	: 2 m	Bj Aspal = 20 kN/m^3
Tebal plat lantai jembatan	: 20 cm	
Jarak antar balok melintang	: 2 m	
Tebal lapisan aspal	: 5 cm	
Tebal genangan air	: 5 cm	

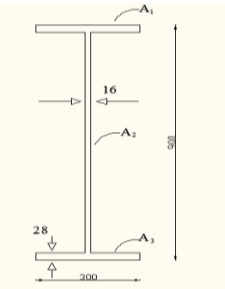
Tabel V. 2 Pembebanan pada gelagar *precast*

No	Jenis Beban	Beban (Kg)	Beban Total (Ton)
1.	beban berat sendiri (P_{MS})		
	a. Berat total girder	5632,69	
	b. Berat slab	4800	
	c. Beban Trotoir	27500	
	d. Beban Railing	2640	
	e. Lantai	176000	
	f. Penulangan lantai dan tiang sandaran	6492,54	
			223,07
2.	beban mati tambahan (P_{MA}) untuk girder		
	a. Berat AC	705	
	b. Berat air	240	
	PMA dari bangunan atas		12,10
3.	beban lajur "D" (P_{TD})		
	a. P_{TD} dari beban merata	60057,6	
	b.P_{TD} dari beban garis	35420	
	c. P_{TD} dari bangunan atas	95477,6	
			190,96
4.	Gaya Rem	25000	
			25,00
5.	Beban pejalan kaki	448,15	
			0,45
6.	Beban angin	2581,88	
			2,58
	∑ beban total		454,15

5.2.Perencanaan Gelagar *Composite*

a. Dimensi gelagar memanjang

Berdasarkan hasil perhitungan, gelagar memanjang menggunakan profil IWF 900x300x16x28, dengan gambar sbb :



Gambar Profil baja IWF 900x300x16X28

a) Beban mati

Beban mati primer (q_{mp})

Plat beton = 25 x 1400 x 200/10^6 = 7 kN/m

Berat sendiri profil = 110% x 2,43 =2,673 kN/m

Lain-lain = = 0,75 kN/m

q_{mp} =10,423 kN/m

Momen maksimum (ditengah bentang),

M_{mp} = 1/8 x10,423x25^2 = 814,29kN.m

Beban mati sekunder (q_{ms})

Berat aspal= 20 x 1400 x 50 / 10^6 = 1,4 kN/m

Berat air = 10 x 1400 x 50 / 10^6 = 0,7 kN/m

Trotoar =(2x25x500x250/10^6)/6 = 1,0416 kN/m

Tiang sandaran,pipa railing,dll = 0,75 kN/m

q_{np} = 3,892 kN/m

Momen maksimum (ditengah bentang),

M_m =1/8 x3,892 x25^2= 304,031 kN.m

b). Beban hidup

Beban "D"

Beban merata, q = 70% x 2,2 t/m^2 = 1,54 t/m^2 = 15,4 kN/m^2

Beban garis, P = 70% x 12 ton = 8,4 = 84 kN

Beban hidup merata,q'= $\frac{q}{2,75}.\alpha.s = \frac{15,4}{2,75}.1.1400/10^3$=7,84kN/m

Faktor kejut, K = 1 +$\frac{20}{(50+L)}$ = 1 +$\frac{20}{(50+25)}$ = 1,267

Beban hidup garis,P'=$\frac{P}{2,75}.\alpha.s = \frac{84}{2,75}.1.(1400/10^3)$. 1,267=54 kN

Momen maksimum (ditengah bentang),

M_{H+K} = 1/8.q'.L^2. + ¼. P'.L

= 1/8. 7,84.25^2 + ¼ 54,167.25 = 951,045 kN/m

Analisa lendutan pada gelagar

1. Metode tanpa penunjang

Gelagar 1 bentang		
Beban	Lendutan	Lendutan
q_{mp}	6,63286E-11	6,632857469
q_{ms}	1,43934E-11	1,439342275
q'	1,87437E-11	1,874374446
P'	8,52608E-12	0,852608307
	∑	10,7991825
	Lendutan	69,44444444

(oke memenuhi)

2. Metode dengan penunjang

Gelagar 2 bentang		
Beban	Lendutan	
Q_{mp+ms}	5,42189E-11	5,421891925
q'	1,43934E-11	1,439342275
p'	8,52608E-12	0,852608307
	∑	7,713842507
	Lendutan	69,44444444

(oke memenuhi)

b. Perencanaan Diafragma

Berdasarkan hasil perhitungan, gelagar diafragma menggunakan profil IWF 450x200x8x12, dengan data sebagai berikut:

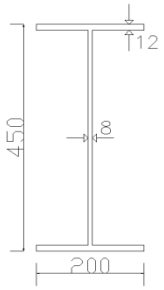
q = 66,2 kg/m Ix = 18,5 cm^2

h = 450 mm Iy = 4,33 cm^2

b = 200 mm Wx = 1,290 cm^3

t_1 = 8 mm Wy = 159 cm^3

t_2 = 12 mm



Gambar Profil IWF 450x200x8x12

c. Perhitungan sambungan gelagar

Sambungan badan direncanakan menggunakan baut Ø 22mm

a. Menentukan tinggi maksimal plat penyambung

h'max = h – (2 . t_2) – (2.r)

= 90 – (2.2,8) – (2.2,8)

= 78,8 cm diambil 80 cm

b. Menentukan tebal plat penyambung

Ipp ≤ Ibd

2.1/12. t. h^3 = 2. 1/12 . t . h^3

2.1/12. t. h^3 = 2. 1/12 . 1,6 . h^3

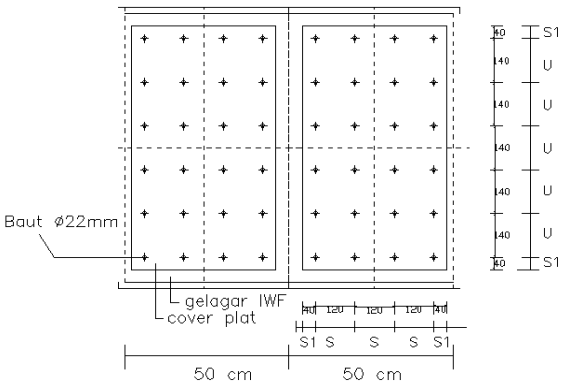
Diambil jarak (S_1) = 40 cm

Jarak antar paku dalam arah horisontal dan vertikal

2,5 ≤ S ≤ 7d ⟶ 1,5 ≤ S ≤ 154

Untuk arah horisontal diambil jarak (S) = 120 mm

Untuk arah vertikal diambil jarak (U) = 140 mm



Gambar Sambungan badan gelagar dengan baut

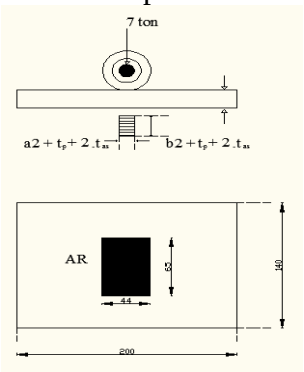
d. Perencanaan plat lantai jembatan pada gelagar *composite*

1. Data teknis plat lantai gelagar *composite*
   - -Tebal plat lantai = 20 cm
   - -Tebal perkerasan = 5 cm
   - -Tinggi genangan air hujan= 5 cm
   - -Jarak gelagar memanjang = 140 cm
   - -Bentang jembatan = 25 m
   - -Lebar total jembatan = 8 m

2. Beban mati

Bagian	Berat (kN/m^2)
Plat Lantai	0,20.25 = 5,0
Lapisan Aspal	0,05.20 = 1,0
Genangan air hujan	0,05.10 = 0,5
Beban Mati (q_D)	6,5

3. Beban hidup



Gambar Pembebanan hidup pada plat lantai *composite*

t_{as} (tebal lapisan aspal) = 5 cm

t_p = 20 cm

untuk 70% beban hidup

a_2 = 14 cm

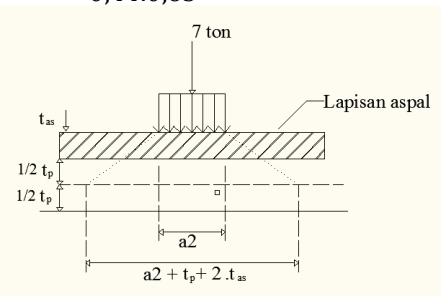
b_2 = 35 cm (bidang kontak roda PPPJJR 1987)

jadi sebaran roda, A_R =

$b_2 + t_p + 2.t_{as}$ = 35 + 20 +2.5 = 65 cm

$a_2 + t_p + 2.t_{as}$ = 14 + 20 +2.5 = 44 cm

$$q_L = \frac{7}{0{,}44.0{,}65} = 24{,}47 \text{ ton/m}^2 = 244{,}7 \text{ kN/m}^2$$



Gambar Penyebaran pembebanan hidup pada plat lantai *composite*

4. Analisis mekanika (Momen pada *gelagar composite*)

Momen akibat beban mati (q_D)

$M_D^+ = + 1/11.\ q_D\ .L_X^2$

$= + 1/11.\ 6{,}5.1{,}4^2$

$= + 1{,}158$ kN.m

$M_D^- = + 1/16.\ q_D\ .L_X^2$

$= + 1/16.\ 6{,}5.1{,}4^2$

$= + 0{,}796$ kN.m

Momen akibat beban hidup (q_L)

$M_O^+ = + (1/2.\ q_L\ .0{,}65.1/2.1{,}4 - 1/2.\ q_L.(1/2.0{,}65)^2)$

$= + (1/2.\ 244{,}7\ .0{,}65.1/2.1{,}4 - 1/2.244{,}7.\ (1/2.0{,}65)^2)$

$= + 42{,}746$ kN.m

$M_L^+ = + 4/5.\ M_O^+$

$= + 4/5.\ 42{,}746$

$= + 34{,}197$ kN.m

$M_L^- = - 1/2.\ M_O^+$

$= - 1/2.\ 42{,}746$

$= - 21{,}373$ kN.m

Momen perlu, M_U

$M_U^+ = 1{,}2.\ M_D^+ + 1{,}6.\ M_L^+$

$=1{,}2.1{,}158+1{,}6.\ 34{,}197=55{,}294$ kN.m

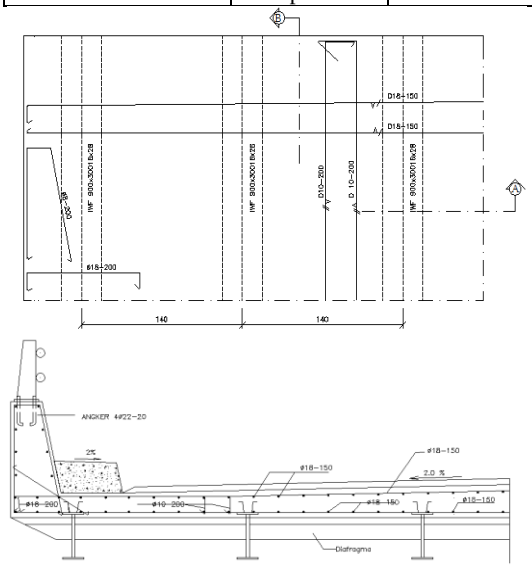
$M_U^- = 1{,}2.\ M_D^- + 1{,}6.\ M_L^-$

$=-(1{,}2.\ 0{,}796 +1{,}6.\ 21{,}373) = -34{,}594$ kN.m

e. Perhitungan tulangan pada plat lantai gelagar composite

Dari hasil perhitungan didapat :

Arah penulangan	Zona	Tulangan
Arah x (pokok)	Lapangan Tumpuan	D 18 – 150 D 18 - 200
Arah y (bagi)	Lapangan Tumpuan	D 10 - 200 D 8 – 200



Gambar Penulangan plat lantai jembatan gelagar *composite*

5.3. Metode pelaksanaan Gelagar *Precast*

1. Pekerjaan gelagar jembatan *precast*
   a. Pekerjaan persiapan
   b. Menentukan daerah persiapan dan perakitan
   c. Meletakkan segmen gelagar
   d. Penarikan antar segmen
   e. Melakukan *grouting*
   f. Nelakukan pekerjaan *erection*
2. Pekerjaan diafragma
   a. Persiapan alat
   b. Melapisi diafragma
   c. Pekerjaan *stressing*
   d. Menyediakan alat dan abhan *grouting*
   e. Pekerjaan *grouting*
3. Pekerjaan plat lantai jembatan
   a. Pembuatan bekisting plat lantai
      Meliputi pekerjaan pengukuran lokasi, menyiapkan komponen dan merakit bekisting, dan mengolesi pelumas.
   b. Pelaksanaan pekerjaan pembesian
      Meliputi menyiapkan material besi, menyiapkan perakitan tulangan, merakit pembesian.
   c. Pengecoran beton
      Meliputi pekerjaan persiapan, pelaksanaan pengecoran dan pemadatan pengecoran.
4. Pekerjaan sandaran jembatan
   a. Pembuatan bekisting plat lantai
      Meliputi pekerjaan pengukuran lokasi, menyiapkan komponen dan merakit bekisting, dan mengolesi pelumas.
   b. Pelaksanaan pekerjaan pembesian
      Meliputi menyiapkan material besi, menyiapkan perakitan tulangan, merakit pembesian.
   c. Pengecoran beton
      Meliputi pekerjaan persiapan, pelaksanaan pengecoran dan pemadatan pengecoran.
5. Pekerjaan trotoar
   Meliputi pekerjaan pembesian dan pengecoran beton
6. Pekerjaan perkerasab berbutir
   Meliputi pekerjaan perkerasan berbutir lapis pondasi agregat kelas A dan pekerjaan perkerasan berbutir lapis pondasi agregat kelas B
7. Pekerjaan perkerasan aspal
   a. Pekerjaan lapis resap pengikat
   b. Pekerjaan lapis perekat
   c. Pekerjaan ATB (laston atas)
   d. Pekerjaan AC (Laston)

5.4. Metode Pelaksanaan gelagar composite

1. Pekerjaan gelagar *composite*
   a. Pelaksanaan persiapan
   b. Pemasangan perancah
   c. Penyambungan profil baja
   d. Pemasangan atau penyetelan perletakan (*Elastomeric Bearings*)
   e. Pemasangan gelagar induk.
   f. Pengecatan profil baja
   g. Pemasangan *shear connector*
2. Pekerjaan plat lantai jembatan
   a. Pembuatan bekisting plat lantai
      Meliputi pekerjaan pengukuran lokasi, menyiapkan komponen dan merakit bekisting, dan mengolesi pelumas.
   b. Pelaksanaan pekerjaan pembesian
      Meliputi menyiapkan material besi, menyiapkan perakitan tulangan, merakit pembesian.
   c. Pengecoran beton
      Meliputi pekerjaan persiapan, pelaksanaan pengecoran dan pemadatan pengecoran.
3. Pekerjaan sandaran jembatan
   a. Pembuatan bekisting plat lantai
      Meliputi pekerjaan pengukuran lokasi, menyiapkan komponen dan merakit bekisting, dan mengolesi pelumas.
   b. Pelaksanaan pekerjaan pembesian
      Meliputi menyiapkan material besi, menyiapkan perakitan tulangan, merakit pembesian.
   c. Pengecoran beton
      Meliputi pekerjaan persiapan, pelaksanaan pengecoran dan pemadatan pengecoran.
4. Pekerjaan trotoar
   Meliputi pekerjaan pembesian dan pengecoran beton
5. Pekerjaan perkerasan berbutir
   Meliputi pekerjaan perkerasan berbutir lapis pondasi agregat kelas A dan pekerjaan perkerasan berbutir lapis pondasi agregat kelas B

6. Pekerjaan perkerasan aspal
   a. Pekerjaan lapis resap pengikat
   b. Pekerjaan lapis perekat
   c. Pekerjaan ATB (laston atas)
   d. Pekerjaan AC (Laston)

5.5.Peralatan yang digunakan pada Metode pelaksanaan gelagar Precast

1. Pekerjaan pemasangan beton *precast*

   Gelagar dari pabrikan diangkut menggunakan *Flat bak truck* atau menggunakan *truck trailer* kemudian menurunkan gelagar dari *flat bak truck* menggunakan *crane*. Crane juga digunakan untuk meletakkan segmen-segmen antar gelagar.
2. Pekerjaan erection

   Menggunakan dua unit crane untuk meluncurkan gelagar tersebut pada posisi bentangan jembatan.
3. Pemasangan diafragma

   Melakukan pekerjaan *stressing* atau penarikan stand tiap lubang menggunakan mesin penarik, memotong hasil sisa *stressing* menggunakan alat pemotong.
4. Pekerjaan plat lantai jembatan

   Pekerjaan pembesian terdiri dari pekerjaan pemotongan dan perakitan tulangan, peralatan yang digunakan adalah gunting potong baja dan kunci pembengkok tulangan.
5. Pekerjaan pengecoran beton

   Pada pekerjaan pengecoran digunakan alat-alat antara lain *concrete pan mixer, truck mixer, water tanker, concrete vibrator* dan alat bantu seperti sekop, pacul, sendok semen, ember cor, dan gerobak dorong.
6. Pekerjaan sandaran jembatan
   a. Pekerjaan pembesian sandaran jembatan

      Pekerjaan pemotongan dan perakitan tulangan
   b. Pekerjaan bekisting
   c. Pekerjaan pengecoran

      concrete pan mixer, truck mixer, water tanker, concrete vibrator
7. Pekerjaan trotoar jembatan
   a. Pekerjaan pembesian sandaran jembatan

      Pekerjaan pemotongan dan perakitan tulangan
   b. Pekerjaan bekisting
   c. Pekerjaan pengecoran

      concrete pan mixer, truck mixer, water tanker, concrete vibrator
8. Pekerjaan perkerasan berbutir (lapis agregat)

   Wheel loader, Dump truck, Motor grader, Water tanker.
9. Pekerjaan aspal

   Wheel loader, Dump truck, AMP, Asphalt finisher, Tandem roller, Water tanker.

5.6.Peralatan yang digunakan pada Metode Pelaksanaan Gelagar *composite*

1. Pekerjaan gelagar jembatan
   a. Pekerjaan persiapan

      Mengangkut profil baja menggunakan tcuck tronton atau *truck trailer*, menurunkan profil baja dari truck menggunakan *crane*.
   b. Pemasangan perancah

      Pemasangan perancah menggunakan *crane* dan alat bantu lain seperti takel, tambang, sling dan lain-lain
   c. Penyambungan profil baja

      las-lasan *stiffner*.
   d. Pemasangan gelagar induk

      Pemasangan gelagar induk menggunakan dua buah unit *crane* atau lebih.
   e. Pengecatan profil baja

      Untuk pembersihan permukaan profil baja digunakan sikat ijuk, sekrap atau sikat kawat baja, sedangkan dalam proses pengecatan digunakan *airless spray*, *air spray*, kompresor dan kuas.
   f. Pemasangan *shear connector*

      Pemasangan *shear connector* menggunakan las-lasan *shear connector*
2. Pekerjaan plat lantai jembatan

a. Pekerjaan pembesian terdiri dari pekerjaan pemotongan dan perakitan tulangan, peralatan yang digunakan adalah gunting potong baja dan kunci pembengkok tulangan

b. Pekerjaan pengecoran beton

Pada pekerjaan pengecoran digunakan alat-alat antara lain *concrete pan mixer*, *truck mixer*, *water tanker*, *concrete vibrator* dan alat bantu seperti sekop, pacul, sendok semen, ember cor, dan gerobak dorong

3. Pekerjaan sandaran jembatan
   a. Pekerjaan pembesian sandaran jembatan
      Pekerjaan pemotongan dan perakitan tulangan
   b. Pekerjaan bekisting
   c. Pekerjaan pengecoran
      concrete pan mixer, *truck mixer*, *water tanker*, *concrete vibrator*
4. Pekerjaan trotoar jembatan
   a. Pekerjaan pembesian sandaran jembatan
      Pekerjaan pemotongan dan perakitan tulangan
   b. Pekerjaan bekisting
   c. Pekerjaan pengecoran
      concrete pan mixer, *truck mixer*, *water tanker*, *concrete vibrator*
5. Pekerjaan perkerasan berbutir (lapis agregat)
   Wheel loader, Dump truck, Motor grader, Water tanker.
6. Pekerjaan aspal
   Wheel loader, Dump truck, AMP, Asphalt finisher, Tandem roller, Water tanker.

5.7.Perhitungan Volume

Rekapitulasi Volume Gelagar *Composite*

No	Macam Pekerjaan	Kode	Volume	
1	2	3	4	
(I).	**PEKERJAAN PERSIAPAN**			
1	Pek.pemasangan perancah	M.19	15,74	m²
2	Pek.pemasangan bekisting	M.19	2,75	m³
(II).	**PEKERJAAN GELAGAR**			
	Pekerjaan Pemasangan Gelagar			
1	a. Diafragma WF 900x300x16x28	M.52	72.900,00	kg
2	b. Diafragma WF 450x200x8x12	M.52	4.634,00	kg
3	c. Cover Plat L 50x50x5	M.52	585,60	kg
4	d. Ikatan Angin L 50x50x5 untuk sudut trotoar dan plat	M.52	390,40	kg
5	e. Las-lasan cover plat		480,00	kg
	Pekerjaan Plat Sambung Gelagar			
6	a. Plat sambung gelagar sayap atas	M.52	292,80	kg
7	b. Plat sambung gelagar badan	M.52	585,60	kg
8	c. Plat sambung gelagar sayap bawah	M.52	292,80	kg
9	d. Shear connector	M.52	21,38	kg
10	e. Las-lasan Shear connector	M.52	63,94	cm
	Pekerjaan pemasangan baut gelagar			
11	a. Baut sambungan sayap atas	M.52	435,50	kg
12	b. Baut sambung gelagar badan	M.52	1.306,51	kg
13	c. Baut sambung gelagar sayap bawah	M.52	435,50	kg
14	d. Baut sambungan gelagar diafragma	M.52	272,19	kg
(III).	**PEKERJAAN TULANGAN**			
1	Tulangan polos plat injak (D8-200)	7.3 (1)	12,70	kg
2	Tulangan ulir andas (D8-200)	7.3 (2)	76,20	kg
3	Tulangan ulir tiang sandaran (D8-200)	7.3 (2)	7,94	kg
4	Tulangan daerah lapangan (D10-200)	7.3 (1)	327,22	kg
5	Tulangan daerah tumpuan (D8-200)	7.3 (1)	35,05	kg
6	Tulangan daerah lapangan (D18-150)	7.3 (1)	858,27	kg
7	Tulangan daerah tumpuan (D18-200)	7.3 (1)	749,04	kg
(IV).	**PEKERJAAN BETON**			
1	Pek. Beton pada andas	7.1 (3)	4,80	m³
2	Pek. Beton pada plat lantai	7.1 (3)	285,97	m³
3	Pek. Beton pada trotoar	7.1 (9)	12,40	m³
4	Pek. Beton pada tiang sandaran	7.1 (3)	8,40	m³
5	Pek. Beton pada plat injak	7.1 (6)	7,30	m³
(V).	**PEKERJAAN AGREGAT**			
1	Pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A	5.1 (1)	256,00	m³
2	Pekerjaan lapis pondasi agregat kelas B	5.1 (2)	1314,00	m³
(VI).	**PEKERJAAN ASPAL**			
1	Pekerjaan lapis resap pengikat	6.1 (1)	1054,00	m³
2	Pekerjaan lapis perekat	6.1 (2)	684,00	m³
3	Pekerjaan agregat penutup buras	6.7(1)	72,96	m³
4	Pekerjaan aspal untuk pekerjaan pelaburan	6.8 (1)	2700,00	m³
(VII).	**PEKERJAAN KELENGKAPAN JALAN**			
1	Marka jalan	OE-8.8	162	m³
2	Rambu jalan	OE-8.8	2,00	bh
3	Patok pengarah	OE-8.8	200,00	bh
4	Pekerjaan railing	OE-8.8	99,20	m³

5.8. Biaya

Biaya dalam pembahasan ini adalah biaya yang dalam pekerjaan gelagar *composite* yang meliputi pekerjaan persiapan, pekerjaan gelagar, pekerjaan tulangan, pekerjaan beton, pekerjaan agregat, pekerjaan aspal dan pekerjaan railing.

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah	Bobot (%)
1	2	3	4
I.	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp 53.500.235,91	2,38%
II.	PEKERJAAN GELAGAR	Rp 1.233.048.243,09	54,76%
III.	PEKERJAAN TULANGAN	Rp 26.477.724,97	1,18%
IV.	PEKERJAAN BETON	Rp 244.748.379,22	10,87%
V.	PEKERJAAN AGREGAT	Rp 247.899.297,94	11,01%
VI.	PEKERJAAN ASPAL	Rp 295.706.264,36	13,13%
VII.	PEKERJAAN KELENGKAPAN JALAN	Rp 150.204.959,64	6,67%
	JUMLAH (A)	**Rp 2.251.585.105,12**	**100,00%**
	PPN 10 % x (A)	**Rp225.158.510,51**	
	JUMLAH (A + PPN) = (B)	**Rp 2.476.743.615,63**	
	IMB = 1.75% x 60% x (B) bouwsom = (C)	**Rp 26.005.807,96**	
	JUMLAH TOTAL ANGGARAN = (B) + (C)	**Rp 2.502.749.423,60**	
	DIBULATKAN	**Rp 2.502.749.000,00**	
	dua milyar lima ratus dua juta tujuh ratu sempat puluh sembilan ribu rupiah		

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. KESIMPULAN

Dari pembahasan analisa metode pelaksanaan, analisa perbandingan peralatan dan analisa biaya diperoleh suatu simpulan yang menjadikan perbedaan antara metode gelagar *precast* dan metode gelagar *composite* adalah sebagai berikut:

1. Perbedaan dari sisi metode pelaksanaan dengan metode *precast* dan metode *composite* adalah terletak pada proses pekerjaan gelagar jembatan, dimana pada metode *precast* terdapat pekerjaan peletakan segmen-segmen gelagar ,membuka lubang tendon, penarikan menggunakan mesin penarik, pekerjaan *grouting*, pekerjaan *erection*, dan pemasangan diafragma. Sedangkan pada metode *composite* terdapat pekerjaan pemasangan perancah, penyambungan profil baja, pemasangan gelagar induk, pengecatan profil baja, pemasangan *shear connector*, dan pemasangan acuan.
2. Dari sisi peralatan yang digunakan dalam metode pelaksanaan gelagar *precast* dan gelagar *composite* tidak ada perbedaan yang menonjol, karena hampir semua

peraatan yang digunakan adalah sama. Hanya saja pada pakerjaan penyambungan profil baja pada metode gelagar composite terdapat alat las-lasan stiffner dan alat air spray, kuas, kompresor pada pekerjaan pengecatan profil baja.

3. Perbedaan dari sisi biaya rencana anggaran belanja terdapat selisih biaya mencapai Rp 271.195.050,85 atau sekitar 12 %. Biaya pembangunan dengan metode *composite* lebih murah dibandingkan dengan metode *precast*. Pembangunan gelagar *precast* rencana anggaran biaya adalah sebesar Rp 2.522.780.155,97 sedangkan pembangunan gelagar metode *composite* sebesar Rp 2.251.585.105,12 belum terhitung Ppn 10%.

6.2. SARAN

Setelah penelitian ini diselesaikan ternyata penulis baru menyadari bahwa masih perlu banyak penelitian lagi tentang penelitian perbandingan pelaksanaan metode *precast* dengan metode *composite*. Yang lebih ditekankan pada perhitungan struktur maupun analisa biaya maupun analisa terhadap sumber daya yang lainnya, yang bisa dilanjutkan pada penelitian berikutnya lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2001, *Pedoman Penyusunan Laporan Tugas Akhir*, Penerbit Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

Rochman, Abdul, 2007, *Desain Jembatan*, Penerbit Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

Supriyadi, B., Muntohar, A.S., 2000, *Jembatan*, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Anonim, 2008, *Jembatan Gelagar*, Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palangkaraya, Palangkaraya

Struyk, J. Van Der veen, K.H.C.W. Soemargono, 1995, *Jembatan*, Penerbit PT Pradnya Paramita, Jakarta.

Anonim, 1987, *Pedoman Perencanaan Pembebanan Jalan Raya*, Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.

Anonim, 1989, *Analisis Perancangan Jembatan*, Penerbit Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat jenderal Pendidikan Tinggi, Jakarta.

Soebianto, 1989, *Perhitungan Jembatan Komposit*, Penerbit Cipta Sciance Series.

Gunawan, Rudy, 1988, *Tabel Profil Konstruksi Baja*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Nursahid, Muhammad, 2003, *Manajemen Konstruksi* .Surakarta.

Soeharta, Iman. 1997. *Manajemen Konstruksi Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta : Erlangga.

Anonim, 1998, *Ilmu Managemen Konstruksi Untuk Perguruan Tinggi*, Universitas Tarumanagara

Dip HE, Meiyanto, 1987, *Konstruksi Baja III Balok Gabungan (Composite Beam)*, Fakultas Teknik UMS.

http://id.wikipedia.org/wiki/Jembatan

http://www.scribd.com/doc/ jembatan gelagar

http://www.scribd.com/doc/ jembatan komposit