

TUGAS AKHIR

ANALISIS GELAGAR BAJA KOMPOSIT SISTEM BANGKITAN REAKSI TEKAN DENGAN LANTAI BETON PRACETAK SEGMENTAL



Disusun oleh :

Nama : DWI NUGROHO BUDICAHYONO
No. Mahasiswa : 92310212
NIRM : 920051013114120212
Bid. Studi : STRUKTUR

Nama : MOHAMAD FADHIL
No. Mahasiswa : 92310238
NIRM : 920051013114120238
Bid. Studi : STRUKTUR

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1998**

TUGAS AKHIR

ANALISIS GELAGAR BAJA KOMPOSIT SISTEM BANGKITAN REAKSI TEKAN DENGAN LANTAI BETON PRACETAK SEGMENTAL

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil**

Disusun oleh :

Nama : DWI NUGROHO BUDICAHYONO
No. Mahasiswa : 92310212
NIRM : 920051013114120212
Bid. Studi : STRUKTUR

Nama : MOHAMAD FADHIL
No. Mahasiswa : 92310238
NIRM : 920051013114120238
Bid. Studi : STRUKTUR

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1998**

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS GELAGAR BAJA KOMPOSIT
SISTEM BANGKITAN REAKSI TEKAN DENGAN
LANTAI BETON PRACETAK SEGMENTAL**

Disusun oleh :

Nama : DWI NUGROHO BUDICAHYONO *(almarsihem)*
No. Mahasiswa : 92310212
NIRM : 920051013114120212
Bid. Studi : STRUKTUR

Nama : MOHAMAD FADHIL
No. Mahasiswa : 92310238
NIRM : 920051013114120238
Bid. Studi : STRUKTUR

Telah diperiksa dan disetujui :

1. IR. H. SUSASTRAWAN, MS
Dosen Pembimbing I

Tanggal :

(Susastri)
14-4-98

2. IR. SUHARYATMO, MT
Dosen Pembimbing II

Tanggal :

(Suharyatmo)
14-4-98

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini merupakan tugas wajib bagi setiap mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, dalam menyelesaikan kuliah pada jenjang program strata I (S1)

Dalam penyelesaian Tugas Akhir kami yang berjudul “ANALISIS GELAGAR BAJA KOMPOSIT SISTEM BANGKITAN REAKSI TEKAN DENGAN LANTAI BETON PRACETAK SEGMENTAL”, kami telah berusaha semaksimal mungkin untuk memperoleh hasil yang sebaik-baiknya sesuai dengan kemampuan dan pengetahuan yang ada pada kami serta berpegang pada buku-buku referensi, pedoman dan petunjuk yang terpakai. Disadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, mengingat keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang ada pada kami, untuk itu kritik dan saran dari berbagai pihak sangat kami harapkan untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Dalam Penyusunan Tugas Akhir ini kami telah banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik moril maupun material. Untuk itu kami haturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Widodo, MSCE, Phd., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

2. Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H Susastrawan, MS, selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Ir. Suharyatmo, MT, selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bapak Ir. Tadjuddin, BMA, selaku sekretaris Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
6. Ayahanda dan Ibunda kami tercinta, atas segala do'a dan dorongan untuk kami, hingga kami sampai pada penghujung studi ini.
7. Teman-teman yang telah banyak memberikan bantuan kepada penulis, baik secara langsung maupun tidak langsung dan juga kepada semua pihak yang telah banyak membantu terselesaikannya tugas akhir ini, yang tidak mungkin kami sebutkan satu persatu.

Atas segala budi dan amal baik yang telah diberikan, kami hanya dapat memanjatkan doa, semoga amal kebajikan itu semua mendapat imbalan yang setimpal dari Allah SWT, Amin.

Selanjutnya penyusun berharap juga, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kami dan bagi para pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, April 1998

Penyusun

PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini dipersembahkan :

1. Buat ayah dan bundaku yang tercinta.
2. Buat Saudara-saudaraku tersayang.
3. Buat keponakan-keponakanku.
4. Buat seseorang yang selalu kucintai.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Pokok Permasalahan	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Studi Komparasi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Umum	6
2.2 Aksi Komposit	7
2.3 Sifat-Sifat Penampang	8

2.4 Alat Penyambung Geser	9
2.5 Beton Pracetak Segmental	9
2.6 Sambungan Plat Pracetak Segmental	10
2.7 Bahan Grouting	11
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1 Baja Komposit	13
3.2 Konsep Dasar Perencanaan Baja komposit	13
3.2.1 Analisa Pembebanan	14
3.2.2 Analisa Penampang	15
3.3 Prosedur Perencanaan Gelagar Komposit Konvensional	15
3.4 Konsep Dasar Perencanaan Gelagar Komposit Bangkitan	
Reaksi Tekan	20
3.4.1 Prosedur Pelaksanaan	20
3.4.2 Prosedur Perencanaan	21
BAB IV ANALISIS PERHITUNGAN DAN PEMBEBANAN	28
4.1 Data-Data Perencanaan	28
4.2 Perhitungan Perencanaan Balok Baja Konvensional	28
4.3 Perhitungan Gelagar baja Komposit Sistem Bangkitan Reaksi	
Tekan	33
4.4 Pembahasan	45

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sambungan Pelat Beton Pracetak Segmental	11
Gambar 3.1	Penampang Baja Komposit	15
Gambar 3.2	Penampang Potongan Melintang Gambar	17
Gambar 3.3	Tegangan Baja Komposit	18
Gambar 3.4	Lendutan Gelagar Komposit	18
Gambar 3.5	Pendongkrakan Gelagar Komposit	21
Gambar 3.6	Gelagar pada saat Dongkrak dilepas	21
Gambar 3.7	Camber pada Gelagar Komposit	21
Gambar 3.8	Pola Pembebanan dengan Metode “Virtual Works”	22
Gambar 3.9	Pola Pembebanan pada perhitungan defleksi	23
Gambar 3.10	Tegangan baja saat pendongkrakan	25
Gambar 3.11	Tegangan Baja Komposit Sistem Bangkitan Reaksi Tekan	26
Gambar 4.1	Grafik Peningkatan Beban pada $f'c = 5,075$ ksi	45
Gambar 4.2	Grafik Efisiensi Volume Baja pada $f'c = 5,075$ ksi	46
Gambar 4.3	Grafik Peningkatan Beban pada $f'c = 5,4375$ ksi.....	46
Gambar 4.4	Grafik Efisiensi Volume Baja pada $f'c = 5,4375$ ksi.....	47
Gambar 4.5	Grafik Peningkatan Beban pada $f'c = 5,8$ ksi	47
Gambar 4.6	Grafik Efisiensi Volume Baja pada $f'c = 5,8$ ksi	48
Gambar 4.7	Grafik Peningkatan Beban pada $f'c = 6,1625$ ksi.....	48
Gambar 4.8	Grafik Efisiensi Volume Baja pada $f'c = 6,1625$ ksi	46

Gambar 4.9	Grafik Efisiensi Volume Baja pada Bentang 10 m	49
Gambar 4.10	Grafik Peningkatan Beban pada Bentang 10 m	49
Gambar 4.11	Grafik Efisiensi Volume Baja pada Bentang 12,5 m.....	50
Gambar 4.12	Grafik Peningkatan Beban pada Bentang 12,5 m.....	51
Gambar 4.13	Grafik Efisiensi Volume Baja pada Bentang 15 m.....	51
Gambar 4.14	Grafik Peningkatan Beban pada Bentang 15 m.....	52
Gambar 4.15	Grafik Efisiensi Volume Baja pada Bentang 17,5 m.....	52
Gambar 4.16	Grafik Peningkatan Beban pada Bentang 17,5 m.....	53
Gambar 4.17	Grafik Efisiensi Volume Baja pada Bentang 20 m.....	53
Gambar 4.18	Grafik Peningkatan Beban pada Bentang 20 m.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Perhitungan Gelagar Baja Komposit pada $f'c = 5,075$ ksi	41
Tabel 4.2 Perhitungan Gelagar Baja Komposit pada $f'c = 5,4375$ ksi	42
Tabel 4.3 Perhitungan Gelagar Baja Komposit pada $f'c = 5,8$ ksi	43
Tabel 4.4 Perhitungan Gelagar Baja Komposit pada $f'c = 6,1675$ ksi	44
Tabel 4.5 Peningkatan Beban dan Efisiensi Volume Baja pada $f'c = 5,075$ ksi	45
Tabel 4.6 Peningkatan Beban dan Efisiensi Volume Baja pada $f'c = 5,4375$ ksi ...	46
Tabel 4.7 Peningkatan Beban dan Efisiensi Volume Baja pada $f'c = 5,8$ ksi	47
Tabel 4.8 Peningkatan Beban dan Efisiensi Volume Baja pada $f'c = 6,1675$ ksi ...	48
Tabel 4.9 Peningkatan Beban dan Efisiensi Volume Baja pada Bentang 10 m.....	49
Tabel 4.10 Peningkatan Beban dan Efisiensi Volume Baja pada Bentang 12,5 m... 50	
Tabel 4.11 Peningkatan Beban dan Efisiensi Volume Baja pada Bentang 15 m.....	51
Tabel 4.12 Peningkatan Beban dan Efisiensi Volume Baja pada Bentang 17,5 m... 52	
Tabel 4.13 Peningkatan Beban dan Efisiensi Volume Baja pada Bentang 20 m.....	53

DAFTAR NOTASI

A_{ctr}	=	Luas beton efektif (in ²)
A_{komp}	=	Luas baja komposit (in ²)
A_s	=	Luas balok baja (in ²)
b_E	=	Lebar efektif pelat beton (ft)
b_o	=	Jarak antar satu gelagar dengan gelagar lainnya (ft)
C_{MAKS}	=	Gaya geser ditinjau dari tegangan beton (kip)
d_B^H	=	Defleksi yang disebabkan beban luar arah mendatar (in)
d_{bb}^H	=	Defleksi yang disebabkan beban satu satuan arah mendatar (in)
d_C^V	=	Defleksi akibat beban luar arah vertikal ditengah bentang (in)
E_s	=	Modulus Elastisitas baja
E_c	=	Modulus Elastisitas beton
H_B	=	Reaksi tekan yang terjadi (kip)
f_c	=	Kekuatan tekan silinder beton (ksi)
F_y	=	Kuat tarik baja (ksi)
I_C	=	Momen inersia beton (in ⁴)
I_s	=	Momen inersia baja (in ⁴)
I_{KOMP}	=	Momen inersia komposit (in ⁴)
L	=	Panjang bentang (ft)
M_{DL}	=	Momen akibat berat pelat beton dan berat profil (k-ft)

M_{LL}	=	Momen akibat beban hidup terpusat (k-ft)
M_X	=	Momen akibat beban luar (kip-ft)
m_X	=	Momen akibat beban satu satuan (kip-ft)
M_{TOTAL}	=	$M_{DL} + M_{LL}$ (k-ft)
N_1	=	Jumlah alat penyambung
n	=	Rasio modulus elastisitas
P	=	Beban hidup terpusat (kip)
P_{ILL}	=	Beban hidup awal maksimum gelagar komposit konvensional (kip)
P_{ILL}	=	Beban hidup maksimum gelagar komposit sistem bangkitan reaksi tekan (kip)
% P	=	Prosentase peningkatan beban hidup (%)
q	=	Gaya geser ijin (kip)
q_{DL}	=	Berat pelat beton dan berat profil (kip)
R_{AH}	=	Reaksi perletakan arah horisontal akibat beban luar (kip)
R_{aH}	=	Reaksi perletakan arah horisontal akibat beban satu satuan ditengah bentang (kip)
R_{AV}	=	Reaksi perletakan arah vertikal akibat beban luar (kip)
R_{aV}	=	Reaksi perletakan arah vertikal akibat beban satu satuan ditengah bentang (kip)
S	=	Jarak alat penyambung (in)

S_{tr} perlu	=	Modulus penampang komposit (in^3)
S_s perlu	=	Modulus penampang baja (in^3)
T_{MAKS}	=	Gaya geser ditinjau dari tegangan baja (kip)
t_s	=	Tebal pelat beton (in)
V_1	=	Volume profil gelagar komposit konvensional (in^2)
V_2	=	Volume profil gelagar komposit sistem bangkitan reaksi tekan (in^2)
V_H	=	Gaya geser (kip)
W	=	Berat isi beton (lb/ft^3)
Y	=	Fungsi kelengkungan
y_a	=	Serat atas baja komposit terhadap garis netral (in)
y_b	=	Serat bawah baja komposit terhadap garis netral (in)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Di Indonesia sudah merupakan suatu kenyataan bahwa banyak jembatan jalan raya direncanakan dan dilaksanakan dengan sistem komposit.

Struktur komposit ini sendiri baru digunakan secara luas sejak dekade 1950-an untuk jembatan dan untuk bangunan gedung sejak awal dekade 1960-an. Meluasnya perencanaan struktur baik jembatan maupun gedung dengan menggunakan struktur komposit baja profil dan pelat beton ini sangat dimungkinkan karena dari struktur komposit ini akan didapatkan suatu struktur yang lebih kaku (stiffer) dan lebih mampu menerima kapasitas beban yang besar (stronger) sehingga dapat dipergunakan untuk bentang yang relatif besar.

Akan tetapi untuk bentang yang lebih besar dari 30 m, nilai ekonomis dari gelagar komposit baja beton ini tidak bisa dipertahankan lagi, mengingat luas penampang baja untuk memenuhi kriteria tersebut diperlukan profil yang besar. Salah satu cara untuk mengatasi hal ini adalah dengan memanfaatkan reaksi bangkitan dari kedua abutment, sehingga dari sini akan diperoleh adanya

peningkatan kemampuan untuk menerima beban kerja yang masih mampu dipikul oleh gelagar baja komposit.

1.2. Tujuan

Penulisan bangkitan reaksi tekan untuk tugas akhir ini berkaitan dengan usaha untuk meningkatkan kapasitas daya dukung pada struktur jembatan komposit baja profil dengan beton.

Adapun yang menjadi tujuan dari analisis ini adalah

1. Mendapatkan alternatif pelaksanaan dan perencanaan struktur baja komposit.
2. Mengevaluasi efektif tidaknya perencanaan struktur baja komposit dengan bangkitan reaksi tekan jika dibandingkan dengan struktur baja komposit konvensional.
3. Efisiensi dari pemakaian gelagar baja komposit yang kemudian diharapkan dalam skala yang lebih luas didapatkan penghematan yang cukup besar dalam pembangunan.

1.3. Pokok Permasalahan

Berdasarkan uraian tersebut diatas, pokok permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini, yaitu :

1. Berapa besar kemampuan peningkatan beban kerja pada penampang gelagar komposit dengan sistem bangkitan reaksi tekan.
2. Berapa besar efisiensi volume gelagar baja komposit jika dalam perencanaan dan pelaksanaannya digunakan sistem bangkitan reaksi tekan.

1.4. Batasan Masalah

Mengingat belum dikenalnya secara umum analisa bangkitan reaksi tekan pada gelagar baja komposit dan kurangnya literatur-literatur yang ada maka penyusun memberikan batasan permasalahan sebagai berikut :

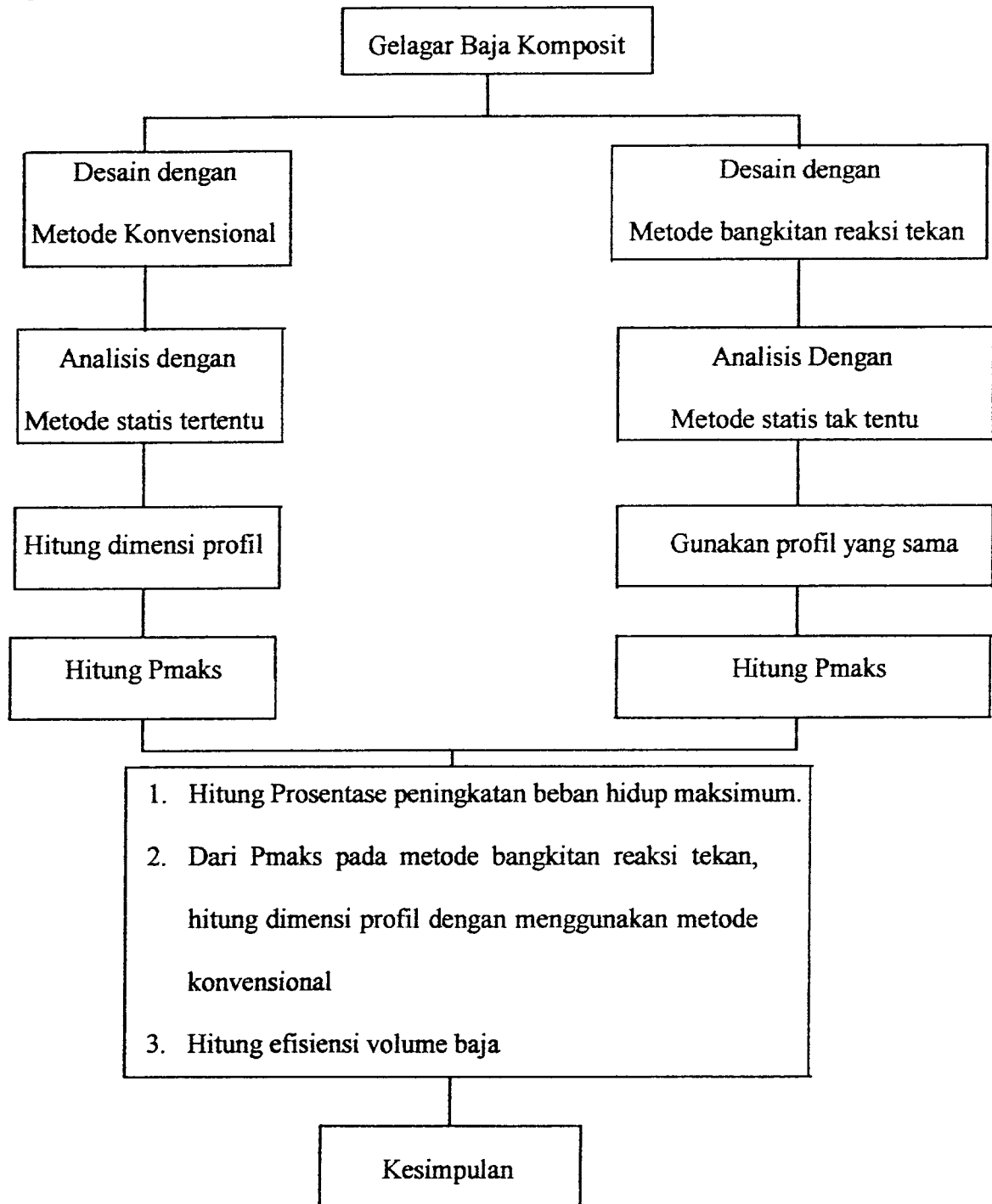
1. Gelagar baja yang digunakan dengan bentang 10 m, 12.5m, 15 m, 17.5 m dan 20 m.
2. Mutu baja profil 36 ksi.
3. Mutu beton yang digunakan $f'c = 35 \text{ Mpa}$, $f'c = 37.5 \text{ Mpa}$, $f'c = 40 \text{ Mpa}$ dan $f'c = 42.5 \text{ Mpa}$.
4. Komparasi ditinjau untuk baja komposit konvensional dan baja komposit pracetak segmental.
5. Tinjauan komparasi meliputi peningkatan beban kerja, kekakuan atau defleksi, tegangan yang terjadi dan efisiensi volume baja.
6. Dimensi profil yang digunakan sama untuk kedua jenis struktur komposit.
7. Tebal pelat 20 cm.
8. Lebar pelat 200 cm.
9. Beban hidup yang digunakan 70 % beban hidup terpusat B.M.
10. Gelagar tidak diperhitungkan terhadap pembesaran gaya bangkitan reaksi tekan.
11. Balok baja merupakan "interior beam" .

1.5. Metoda Study Komparasi

Metoda yang digunakan dalam tugas akhir ini diuraikan sebagai berikut :

1. Diambil struktur baja komposit dengan panjang bentang seperti yang telah ditetapkan dalam batasan masalah.
2. Struktur baja komposit tersebut direncanakan dengan baja komposit konvensional dengan beban hidup sesuai batasan masalah.
3. Setelah didapatkan suatu profil tertentu, hitung P_{max} pada baja komposit konvensional, dengan memperhitungkan defleksi dan tegangan yang terjadi.
4. Dengan menggunakan profil yang sama gelagar tersebut diberi bangkitan reaksi tekan pada tipe gelagar dengan pelat pracetak segmental.
5. Hitung peningkatan kemampuan menerima beban hidup max pada struktur tersebut dengan memperhitungkan defleksi dan tegangan ijin.
6. Berdasarkan beban hidup maksimal yang diperoleh dari struktur tersebut, hitung prosentase peningkatan beban hidup yang terjadi jika dibandingkan dengan baja komposit konvensional.

Untuk memperjelas metode analisis tugas akhir ini dapat dilihat pada diagram gambar 1.1



Gambar 1.1 Diagram Metode Studi Komparasi

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Struktur gabungan atau struktur komposit adalah suatu struktur yang menggunakan pelat beton yang dicor secara monolit dan diletakan diatas balok penyanggah dimana kombinasi dari pelat beton dan balok akan membentuk suatu kesatuan dan akan bekerjasama baik melawan lenturan akibat beban kerja maupun geseran horisontal (Russeno, 1995).

Hubungan balok baja dan pelat beton tersebut merupakan gabungan dari baja dan beton yang secara teoritis, teori dasar pada lenturan hampir tidak memerlukan konsep-konsep baru. Demikian juga pengikatan bersama dari kedua unsur, dengan pemakaian alat penyambung geser mekanis lekatan antara pelat beton dengan puncak profil baja menjadi dapat diandalkan untuk menahan gaya geser yang timbul.

Dalam analisis ini, gelagar komposit akan diberikan bangkitan reaksi tekan yang timbul akibat cara pelaksanaan pembuatan struktur. Dengan pemberian reaksi tekan tersebut, gelagar komposit akan menerima beban kerja gabungan antara momen lentur dan beban aksial. Dalam banyak hal kedua

pengaruh pembebanan tersebut tidak dapat diabaikan dan kelakuan akibat beban gabungan harus diperhitungkan dalam perencanaan.

Bangkitan reaksi tekan itu sendiri digunakan untuk meningkatkan kemampuan dari struktur komposit konvensional. Metode ini dapat memberikan momen negatif pada gelagar komposit yang mana momen negatif ini dapat merupakan momen perlawanan dari momen pada struktur komposit konvensional ini sehingga diharapkan akan dapat memberikan tambahan kekuatan baru maupun penambahan kekakuan sehingga dapat mengurangi defleksi yang berlebihan.

2.2. Aksi Komposit

Aksi komposit timbul bila dua batang struktural pemikul beban seperti struktur lantai beton dan balok baja penyanggah disambung secara integral dan melendut secara satu kesatuan. Besarnya aksi komposit yang timbul bergantung pada penataan yang dibuat untuk menjamin regangan linear tunggal dari atas pelat beton sampai pada serat bawah penampang baja.

Pada suatu sistem yang tidak bekerja secara komposit, pelat dan balok masing-masing akan memikul suatu bagian beban secara terpisah, dimana pada keadaan ini gesekan antara pelat dan balok diabaikan, sehingga hanya gaya vertikal yang bekerja antara pelat dan balok. Kemudian apabila pelat mengalami deformasi akibat beban vertikal, permukaan bawahnya akan tertarik dan memanjang, sedang permukaan atas balok tertekan dan memendek, sehingga diskontinuitas akan terjadi pada bidang kontak.

Bila suatu sistem bekerja secara komposit, pelat dan balok tidak akan menggelincir relatif satu dengan yang lainnya. Gaya horisontal (geser) timbul dan bekerja pada permukaan bawah pelat sehingga pelat tertekan dan memendek, dan pada saat yang sama gaya horisontal bekerja dipermukaan atas balok sehingga balok memanjang (Charles G. Salmon & John E. Johnson, 1986).

2.3. Sifat -Sifat Penampang

Sifat-sifat penampang komposit diperlukan untuk perhitungan dari tegangan -tegangan dan lendutan dibawah beban-beban kerja sebenarnya. Sifat-sifat penampang tersebut dapat dihitung dengan metode transformasi luas, dimana luas dari penampang beton dikonversikan kepada luas baja ekuivalen (Charles G. Salmon & John E. Johnson, 1986). Pada penampang komposit, luas beton direduksi dengan memakai lebar pelat yang besarnya sama dengan b_e/n , dengan $n = E_s/E_c$, yaitu perbandingan antara modulus elastisitas baja (E_s) dengan modulus elastisitas beton (E_c).

Besar modulus elastisitas beton, dapat dihitung dengan :

$$E_c = W^{1.5} \times 33 \sqrt{f'_c} \quad (2.3.1)$$

Dengan E_c dalam psi, W adalah berat isi beton dalam lb/ft^3 dan f'_c adalah tegangan beton dalam psi.

Adapun untuk besar modulus elastisitas baja E_s diambil sebesar 29000 ksi. Untuk perhitungan dalam ACI code dinyatakan bahwa ratio modular dapat diambil sebagai angka bulat yang terdekat dan nilai n minimum adalah 6.

2.4. Alat Penyambung Geser

Gaya geser horisontal yang timbul antara pelat beton dan balok baja selama pembebanan harus ditahan agar penampang komposit bekerja secara monolit. Walaupun lekatan yang timbul antara pelat beton dan balok baja mungkin cukup besar, lekatan ini tidak dapat diandalkan untuk memberi interaksi yang diperlukan. Juga gaya gesek antara pelat beton dan balok baja tidak mampu mengembangkan interaksi ini (Charles G. Salmon & John E. Johnson, 1986). Sebagai gantinya maka dipakai alat penyambung geser mekanis yang disambung ke puncak balok dengan cara dilas.

2.5. Beton Pracetak Segmental

Beton pracetak segmental adalah elemen atau komponen beton tanpa atau dengan tulangan yang dicetak terlebih dahulu sebelum dirakit menjadi bangunan, atau sebagai komponen yang dicor ditempat yang bukan merupakan posisi akhir didalam struktur dimana beton pracetak ini dibagi persegmen. Beton pracetak ini diproduksi dengan proses pabrikasi secara massal dan berulang-ulang dari satu satuan dalam hal ini sebagai pelat gelagar yang mempunyai bentuk dan ukuran standar sesuai dengan permintaan dilapangan. Pada beton pracetak segmental ini juga dibuat lubang-lubang sebagai tempat penempatan alat geser mekanis (stud) dengan jarak sesuai dengan perencanaan. Elemen-elemen Beton pracetak segmental yang dibuat dipabrik disambung dilokasi bangunan sampai membentuk suatu struktur yang utuh.

Keuntungan-keuntungan dari penggunaan beton pracetak segmental ini adalah :

1. Didapatkan suatu beton dengan kualitas yang lebih terjamin dengan kondisi pencetakan dan perawatan elemen beton yang dapat dikontrol secara lebih teliti.
2. Mempersingkat waktu pembuatan struktur karena pekerjaan lapangan yang harus dilakukan hanyalah penyambungan elemen-elemen beton dan grouting pada alat penyambung geser mekanis (stud).
3. Dengan waktu penyelesaian yang lebih cepat, penghematan tenaga kerja dan penggunaan alat yang seefisien mungkin dapat menekan biaya pelaksanaan secara keseluruhan

2.6. Sambungan Plat Pracetak Segmental

Desain sambungan adalah salah satu dari langkah-langkah penting dalam teknik beton pracetak segmental. Tujuan sebuah sambungan adalah untuk menyalurkan beban atau muatan dan untuk menyediakan kestabilan. Sebuah sambungan diperlukan untuk mentransfer beberapa muatan secara bersamaan, dimana tiap-tiap muatan itu harus dipertimbangkan oleh para teknisi dalam desain itu.

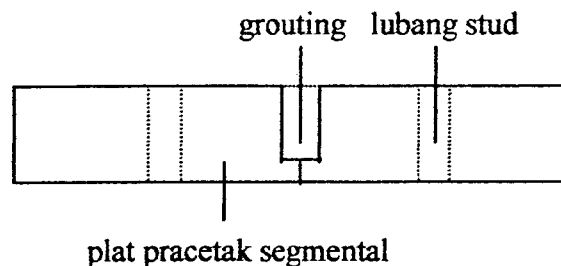
Penentuan jenis sambungan pada elemen-elemen beton pracetak harus mempertimbangkan berbagai faktor yang terkait dalam perencanaannya, yang dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Perencanaan komponen beton pracetak segmental dilakukan sedemikian rupa sehingga tidak timbul retak dan geser berlebihan pada penampang sewaktu

mendukung beban kerja, dan masih mempunyai cukup keamanan serta cadangan kekuatan untuk menahan beban dan tegangan lebih lanjut tanpa mengalami keruntuhan.

2. Sistem gaya yang bekerja pada sambungan.
3. Tingkat kemudahan dan kepraktisan dalam pekerjaannya, berkaitan dengan pemilihan jenis sambungan yang akan dipakai dan pelaksanaannya dilapangan agar dapat berjalan dengan lancar.
4. Kekuatan dan kestabilan yang terjadi pada sambungan dalam menahan sambungan.

Pada perencanaan gelagar komposit bangkitan reaksi tekan ini digunakan sambungan seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sambungan Plat Beton Pracetak Segmental

2.7 Bahan Grouting

Dalam pelaksanaan sistem pelat beton pracetak segmental bangkitan reaksi tekan diperlukan grouting untuk menyambung celah diantara pelat pracetak segmental, lubang tempat alat penyambung geser maupun celah antara gelagar dan abutmen. Oleh karena struktur dengan sistem pracetak segmental harus mempunyai kekuatan minimal sama dengan sistem dicor setempat, maka

bahan grouting disini diisyaratkan harus mampu memikul tegangan-tegangan yang terjadi pada penampang dimana sambungan itu berada. Dari beberapa alternatif terhadap bahan grouting, Epoxy dengan tipe Sho-bond BL Grout merupakan bahan grouting yang mempunyai sifat-sifat mekanis lebih baik jika dibandingkan dengan beton. Epoxy tipe ini mempunyai kuat tarik dan geser 5-8 kali lebih baik jika dibandingkan dengan beton, selain itu regangan rangkai dari Epoxy tipe ini kurang dari 0.004.

Epoxy tipe ini digunakan dengan cara disuntikan (di “injeksi” kan) kedalam celah-celah yang akan disambung. Adapun sifat-sifat mekanis dari Epoxy tipe ini, yaitu sesuai dengan tabel 2.1.

Tabel 2.1 Sifat-Sifat Mekanis Bahan Grouting

Sifat-Sifat	Epoxy Sho-bond BL Grout
Tegangan tarik, Mpa	30,2
Tegangan tekan, Mpa	65,8
Tegangan Geser, Mpa	>35
Modulus elastisitas, Gpa	3
Modulus geser, Gpa	1.1

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Baja Komposit

Secara teoritis, teori dasar pada perencanaan baja komposit ini tidak memerlukan konsep-konsep yang baru. Dalam perencanaan komposit, aksi pelat beton dalam arah sejajar balok dimanfaatkan dan digabungkan dengan balok baja penyanggah. Akibatnya, momen inersia struktur lantai dalam arah balok baja meningkat banyak. Kekakuan yang meningkat ini banyak mengurangi beban hidup dan jika penunjang (shoring) diberikan selama pembangunan, lendutan akibat beban mati juga akan berkurang. Pada aksi komposit penuh, kekuatan batas penampang jauh melampaui jumlah dari kekuatan pelat dan balok secara terpisah sehingga timbul kapasitas cadangan yang tinggi.

3.2. Konsep Dasar Perencanaan Baja Komposit

Perencanaan gelagar komposit pembanding disini berguna untuk mendapatkan gambaran kemampuan nyata gelagar dalam memikul beban kerja maksimal yang terjadi sesuai dengan ukuran dan dimensi batang yang direncanakan, dan sebagai bahan pembanding pada pengujian gelagar komposit dengan bangkitan reaksi tekan.

Baja komposit pembanding direncanakan dengan menggunakan penunjang sementara (shoring) supaya didapatkan kondisi yang hampir menyerupai dengan kondisi perencanaan dan pelaksanaan baja komposit dengan sistem bangkitan reaksi tekan.

3.2.1 Analisa Pembebanan

Kapasitas dari gelagar baja komposit sangat dipengaruhi oleh pemilihan profil yang dalam perencanaannya didasarkan pada beban-beban kerja. Kemudian dari kapasitas cadangan yang ada dalam menerima beban kerja tersebut dapat dihitung beban hidup terpusat maksimum yang masih dapat diterima oleh gelagar baja komposit.

1. Beban terbagi merata

Beban terbagi merata merupakan beban yang berasal dari berat sendiri gelagar baja ditambah dengan berat dari pelat beton diatas gelagar komposit.

Beban terbagi merata disini merupakan beban mati.

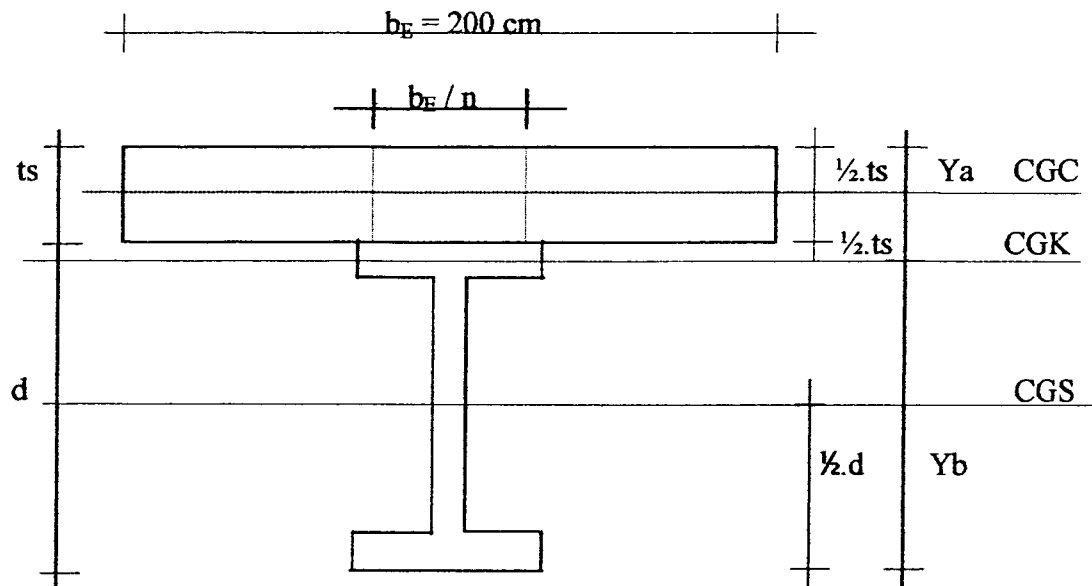
2. Beban terpusat

Beban terpusat merupakan beban hidup ditengah bentang yang diambil dari beban hidup terpusat standar Bina Marga yang nilainya diambil sebesar 70%.

Adapun besarnya beban hidup terpusat standar Bina marga adalah 12 ton.

3.2.2 Analisa Penampang

Analisa penampang gelagar komposit seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Penampang Baja Komposit

dimana : CGS adalah garis netral baja

CGC adalah garis netral beton

CGK adalah garis netral komposit

3.3. Prosedur perencanaan gelagar komposit konvensional

Langkah-langkah perencanaan dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Data-data yang diperlukan untuk perancangan balok adalah
 - a. kuat desak silinder beton (f_c),
 - b. kuat tarik baja (F_y),
 - c. panjang bentang (L),
 - d. lebar efektif pelat (b_E)

2. Menentukan rasio modulus elastisitas

$$n = \frac{E_s}{E_c} \quad (3.3.1)$$

3. Pembebanan

a. Beban mati

q_{DL} = berat pelat beton dan berat profil asumsi

$$M_{DL} = 0,125 \times q_{DL} \times L^2 \quad (3.3.2)$$

b. Beban hidup

Diambil muatan terpusat standar Bina Marga

$$P = 12 T = 26,976 \text{ kip}$$

Beban terpusat 70% standar Bina Marga

$$P_{ILL} = 0,7 \times P$$

$$M_{LL} = 0,25 \times P_{ILL} \quad (3.3.3)$$

4. Pemilihan Profil

$$a. M_{TOTAL} = M_{DL} + M_{LL} \quad (3.3.4)$$

b. Tegangan ijin penampang komposit dengan pelaksanaan menggunakan

dukungan sementara adalah $0,66 \times F_y$

$$\text{Str perlu} = \frac{M_{TOTAL}}{0,66 \times F_y} \quad (3.3.5)$$

c. Tegangan ijin penampang komposit ketika M_{DL} hanya bekerja pada penampang

baja saja adalah $0,6 \times F_y$

$$S_s \text{ perlu} = \frac{M_{DL}}{0,6 \times F_y} \quad (3.3.6)$$

d. Gunakan “Composite Beam Selection Table”, AISC manual untuk mendapatkan profil yang sesuai.

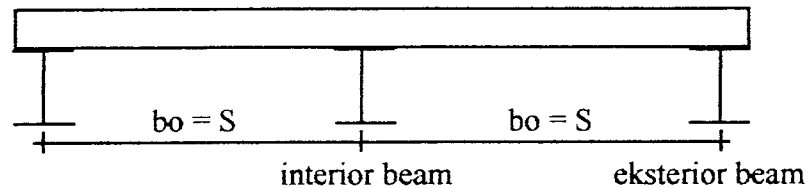
5. Tentukan lebar efektif balok (lihat gambar 3.2)

Sesuai ketentuan AASHTO, untuk “interior beam” dipakai nilai minimum dari :

$$b_E \leq L/4 \quad (3.3.7a)$$

$$b_E \leq b_o \quad (3.3.7b)$$

$$b_E \leq 12 \cdot t_s \quad (3.3.7c)$$



Gambar 3.2 Penampang Potongan Melintang Gambar

6. Menentukan momen inersia komposit

$$A_{ctr} = \frac{b_E}{n} \times t_s \quad (3.3.8)$$

$$A_{total} = A_s + A_{ctr} \quad (3.3.9)$$

$$Y_b = \frac{A_s \times (d/2) + A_{ctr} \times (d + t_s/2)}{A_{TOTAL}} \quad (3.3.10)$$

$$I_{komp} = (I_s + A_s \times (Y_b - d/2)^2) + (I_c + A_c \times (d + t_s/2 - Y_b)^2) \quad (3.3.11)$$

$$Str_t = \frac{I_{KOMP}}{Y_a} \quad (3.3.12)$$

$$Str_b = \frac{I_{KOMP}}{Y_b} \quad (3.3.13)$$

7. Perhitungan ulang beban mati

$$q_{DL} = \text{berat pelat beton} + \text{berat profil}$$

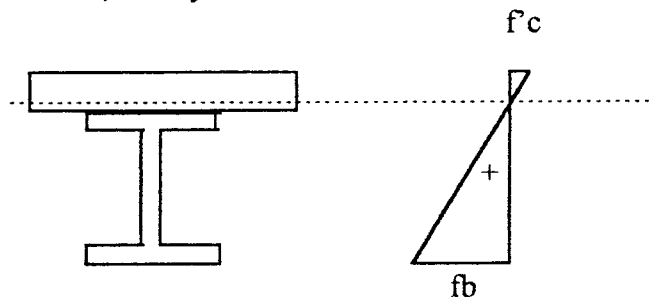
$$M_{DL} = 0,125 \times q_{DL} \times L^2$$

$$M_{TOTAL} = M_{DL} + M_{LL}$$

8. Kontrol tegangan (lihat gambar 3.3)

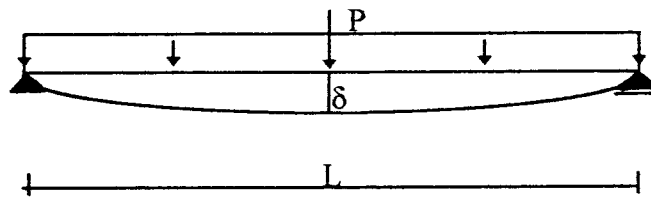
$$f_c = \frac{M_{TOTAL}}{S_{trt} \times n} < 0,45 \times f'_c \quad (3.3.14)$$

$$f_b = \frac{M_{TOTAL}}{S_{trb}} < 0,66 \times F_y \quad (3.3.15)$$



Gambar 3.3. Tegangan Baja Komposit

9. Kontrol lendutan gelagar komposit (lihat gambar 3.4)



Gambar 3.4. Lendutan Gelagar Komposit

$$\delta_{TOTAL} = \delta_{DL} + \delta_{LL} \leq L/360 \quad (3.3.16)$$

$$\delta_1 = \frac{5 \times q_{DL} \times L^4}{384 \times E \times I_s} + \frac{q_{LL} \times L^3}{48 \times E \times I_k} \leq \frac{L}{360} \quad (3.3.17)$$

10. Menentukan Pmaksimum yang masih dapat ditahan gelagar komposit

Dari sisa tegangan antara tegangan baja dan tegangan beton dengan tegangan ijin ataupun antara lendutan ijin dengan lendutan yang terjadi dicoba dicari Pmax yang masih dapat didukung oleh penampang gelagar komposit.

11. Menentukan alat penyambung geser (“Shear Connector”)

$$V_H = \frac{C_{MAKS}}{2} = \frac{0.85 \times F_c \times A_c}{2} \quad (3.3.18)$$

$$V_H = \frac{T_{MAKS}}{2} = \frac{A_s \times F_y}{2} \quad (3.3.19)$$

$$N_1 = \frac{V_H \text{ terkecil}}{q} \quad (3.3.20)$$

$$S = \frac{\frac{1}{2} \times L}{(N_1 - 1)} \quad (3.3.21)$$

dimana :

V_H = gaya geser horisontal yang harus ditahan antar titik momen positif maksimum dan titik momen nol.

F'_c = kekuatan tekan silinder beton umur 28 hari

A_c = $bE.ts$ = luas beton efektif

A_s = luas balok baja

F_y = tegangan titik leleh untuk balok baja

q = gaya geser ijin satu alat penyambung

N_1 = jumlah alat penyambung yang diperlukan

L = panjang bentang

S = jarak alat penyambung

3.4. Konsep Dasar Perencanaan Gelagar Komposit Sistem Bangkitan Reaksi Tekan.

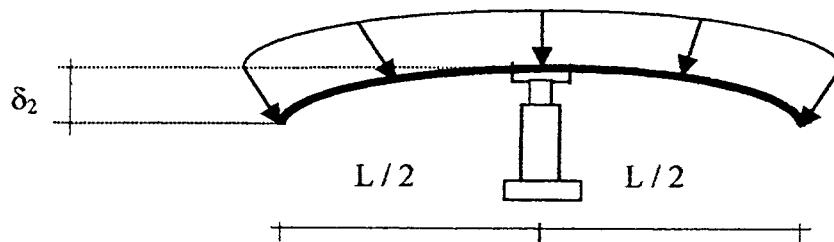
Perencanaan gelagar komposit ini dimaksudkan untuk melihat berapa besar kemampuan gelagar komposit yang dapat ditingkatkan jika dengan profil yang sama kemudian diberikan bangkitan reaksi tekan.

3.4.1. Prosedur Pelaksanaan.

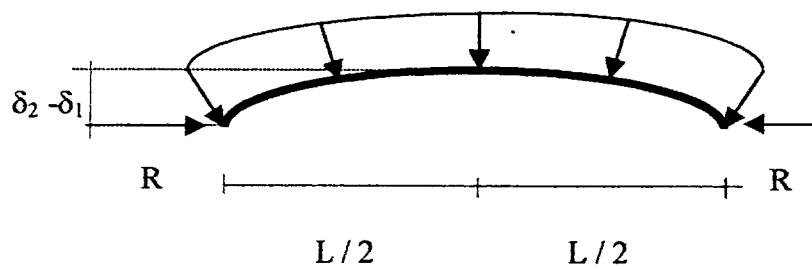
1. "Connector" dipasang pada profil baja penyangga sesuai ukuran dan dimensi yang telah direncanakan, agar profil baja dapat membentuk satu kesatuan dengan pelat beton yang akan dicor diatas profil baja penyangga.
2. Setelah pelat beton precast dipasang pada profil baja kemudian dilakukan pendongkrakan pada tengah-tengah bentang, sehingga kedua ujung gelagar melendut dan batang membentuk lengkungan.
3. Agar gelagar komposit tetap melengkung keatas, jarak sisa antara penampang komposit dan abutment dicor, sehingga gelagar komposit tidak diijinkan bergerak horisontal.
4. Setelah shear connector antara pelat lantai dan gelagar baja dan celah antara segmental dicor dan mencapai kekuatan penuh, peralatan dongkrak dilepas. Dalam keadaan ini gelagar komposit sudah bekerja dengan bangkitan reaksi tekan.

3.4.2. Prosedur Perencanaan.

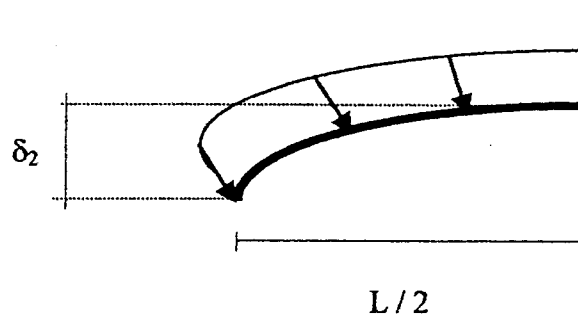
1. Gunakan type profil yang sama dengan type profil yang dipergunakan pada gelagar komposit konvensional.
2. Hitung besar lendutan maksimum yang terjadi akibat pendongkrakan.
(lihat gambar 3.5 sampai dengan gambar 3.7)



Gambar 3.5. Pendongkrakan Gelagar Komposit



Gambar 3.6. Gelagar pada saat Dongkrak dilepas



Gambar 3.7. Camber pada Gelagar Komposit

$$Y_{\max} = \delta_2 = \frac{q \times L^4}{8 \times E_s \times I_s} \quad (3.4.1)$$

Lendutan maksimum pada jarak L :

$$\delta_0 = \frac{L}{360} \quad (3.4.2)$$

Jika $\delta_2 > \delta_0$ dipakai δ_0

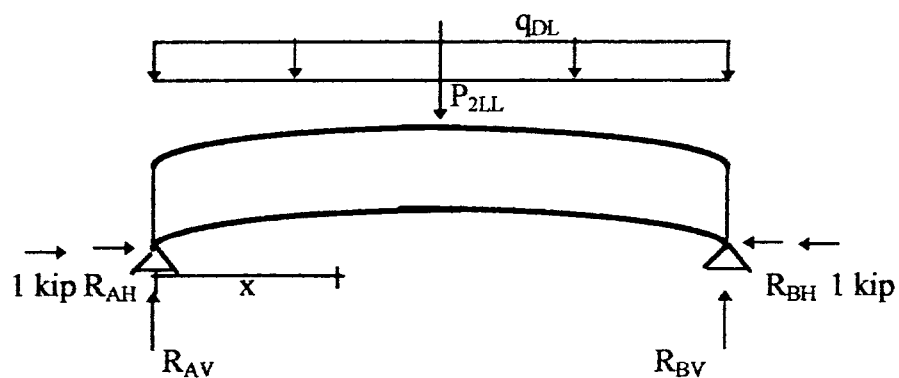
$\delta_2 < \delta_0$ dipakai δ_2

3. Momen akibat pendongkrakan

$$\begin{aligned} M &= -\frac{1}{2} \times L \times q_{DL} \times \frac{1}{4} \times L & (3.4.3) \\ &= -\frac{1}{8} \times q_{DL} \times L^2 \\ &= -M_{DL} \end{aligned}$$

4. Perhitungan reaksi tekan (lihat gambar 3.8)

Untuk menghitung reaksi tekan yang terjadi digunakan metode “Virtual Works”



Gambar 3.8. Pola pembebanan dengan Metode “Virtual Works”

$$d_B^H = 2 \int_0^{\frac{1}{2}L} \frac{Mx \cdot mx}{EI} dx \quad (3.4.4)$$

$$d_{bb}^H = 2 \int_0^{\frac{1}{2}L} \frac{mx^2}{EI} dx \quad (3.4.5)$$

$$d_B^H + H_B \cdot d_{bb}^H = 0 \quad (3.4.6)$$

$$Mx = R_{AV} \cdot x - \frac{1}{2} \cdot q_{DL} \cdot x^2 \quad (3.4.7)$$

$$mx = -1 \cdot Y \quad (3.4.8)$$

$$R_{AV} = \frac{1}{2} \cdot P + \frac{1}{2} \cdot q_{DL} \cdot L \quad (3.4.9)$$

$$Y = \{ ax^2 + bx + y_b \} \quad (3.4.10)$$

Dimana :

Mx = momen akibat beban luar.

mx = momen akibat beban satu satuan dititik B dalam arah mendatar.

d_B^H = defleksi yang disebabkan oleh beban luar dalam arah mendatar.

d_{bb}^H = defleksi yang disebabkan oleh beban satu satuan dalam arah mendatar.

H_B = reaksi tekan yang terjadi

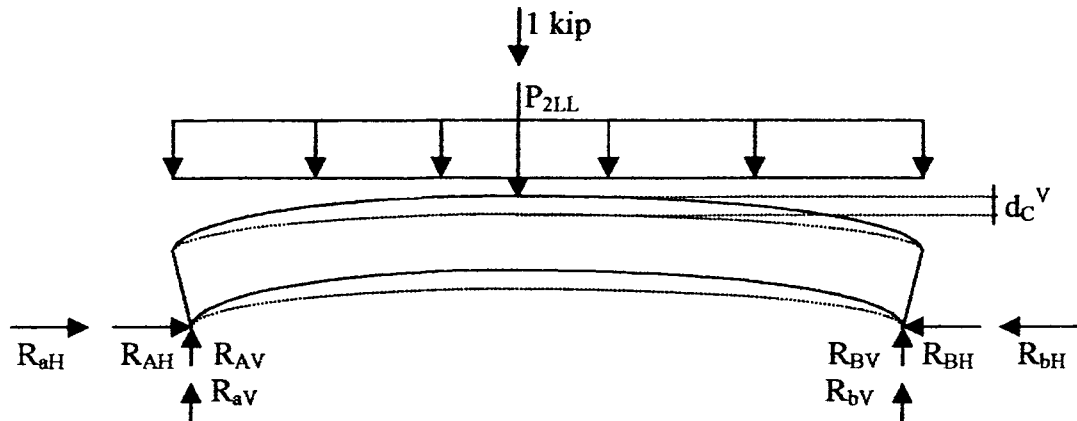
R_{AV} = reaksi perletakan arah vertikal .

Y = fungsi kelengkungan

y_b = serat bawah baja terhadap garis netral

5. Perhitungan lendutan (lihat gambar 3.9)

Untuk menghitung defleksi yang terjadi digunakan juga metode kerja virtual.



Gambar 3.9. Pola Pembebanan pada perhitungan defleksi

$$d_c^v = 2 \int_0^{\frac{1}{2}L} \frac{Mx \cdot mx}{EI} dx$$

$$Mx = R_{aV} \cdot x - R_{aH} \cdot y - \frac{1}{2} \cdot q_{DL} \cdot x^2 \quad (3.4.11)$$

$$mx = R_{aV} \cdot x - R_{aH} \cdot y \quad (3.4.12)$$

Dimana :

Mx = momen akibat beban luar

mx = momen akibat beban satu satuan ditengah bentang dalam arah vertikal

d_c^v = defleksi akibat beban luar dalam arah vertikal ditengah bentang

R_{aH} = reaksi perletakan arah horisontal akibat beban luar

R_{aH} = reaksi perletakan arah horisontal akibat beban satu satuan ditengah bentang

R_{aV} = reaksi perletakan arah vertikal akibat beban luar

R_{aV} = reaksi perletakan arah vertikal akibat beban satu satuan ditengah bentang

6. Perhitungan momen total setelah beban hidup bekerja

Momen total diperhitungkan dengan memperhitungkan defleksi yang terjadi setelah beban yang ada bekerja.

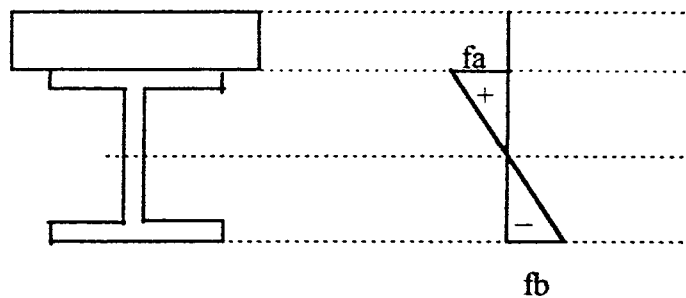
$$M_{\text{total}} = R_{AV} \times \frac{1}{2} \times L - R_{AH} \times (Yb + (\delta_0 - d_{CV}) - 0,125 \times q_{DL} \times L^2) \quad (3.4.13)$$

7. Hitung tegangan yang terjadi

a. saat pendongkrakan

$$f_a = \frac{M_{DL} \times Y_a}{I_s} \quad (3.4.14)$$

$$f_b = \frac{M_{DL} \times Y_b}{I_s} \quad (3.4.15)$$

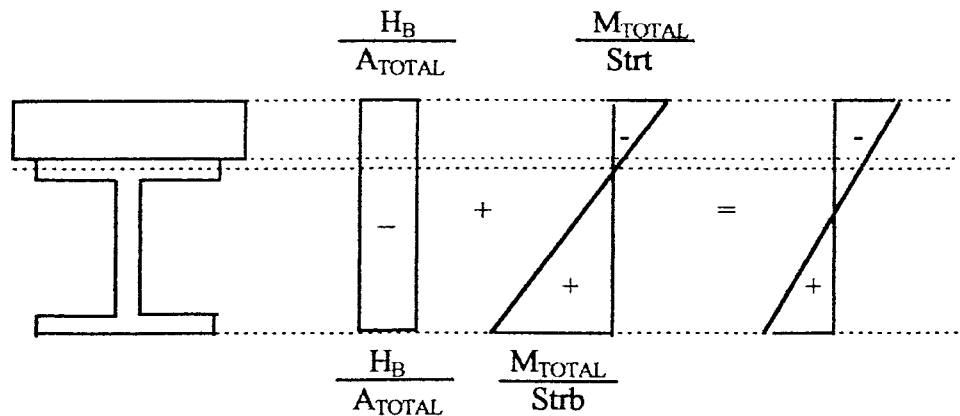


Gambar 3.10. Tegangan baja saat pendongkrakan

b. Saat layan

$$f_a = -\frac{H_B}{A_{\text{TOTAL}}} - \frac{M_{\text{TOTAL}}}{S_{trt}}$$

$$f_b = -\frac{H_B}{A_{\text{TOTAL}}} + \frac{M_{\text{TOTAL}}}{S_{trb}}$$



Gambar 3.11. Tegangan Baja Komposit Sistem Bangkitan Reaksi Tekan

8. Menentukan alat penyambung geser (“Shear Connector”)

$$V_H = \frac{C_{maks}}{2} = \frac{0.85 \times f'_c \times A_c}{2}$$

$$H = \frac{T_{maks}}{2} = \frac{A_s \times F_y}{2}$$

$$N_1 = \frac{V_H \text{ terkecil}}{q}$$

$$S = \frac{\frac{1}{2} \times L}{(N_1 - 1)}$$

dimana :

V_H = gaya geser horisontal yang harus ditahan antar titik momen positif maksimum dan titik momen nol.

f'_c = kekuatan tekan silinder beton umur 28 hari

A_c = $b_e \cdot t_s$ = luas beton efektif

A_s = luas balok baja

F_y = tegangan titik leleh untuk balok baja

- q = gaya geser ijin satu alat penyambung
 N_1 = jumlah alat penyambung yang diperlukan
 L = panjang bentang
 S = jarak alat penyambung

9. Menentukan segmen pada pelat beton pracetak

Segmen pada beton pracetak ditentukan dengan melihat jumlah dan penempatan dari shear connector.

10. Konsep Peningkatan Beban Kerja

Hitung peningkatan beban hidup, jika dari perhitungan diketahui P_{1LL} dan P_{2LL} .

maka :

$$\% P = \frac{P_{2LL} - P_{1LL}}{P_{1LL}} \times 100 \% \quad (3.4.18)$$

P_{1LL} = beban hidup awal maksimum gelagar omposit konvensional

P_{2LL} = beban hidup maksimum gelagar komposit sistem bangkitan reaksi tekan

11. Konsep Efisiensi Volume Baja

Efisiensi volume baja diperoleh dengan menghitung ulang gelagar baja komposit metode konvensional dengan menggunakan beban hidup maksimal dari gelagar baja komposit sistem bangkitan reaksi tekan.

$$\% V = \frac{V_2 - V_1}{V_2} \times 100 \% \quad (3.4.19)$$

V_2 = volume profil gelagar komposit sistem bangkitan reaksi tekan

V_1 = volume profil gelagar komposit konvensional

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) = 2×10^5 Mpa	= 29000 Ksi
Berat jenis beton (W) = 2400 kg/m ³	= 150,023 lb/ft ³

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

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

$$\text{Asumsi profil} = \frac{160 \text{ kg/m}}{1120 \text{ kg/m} : 1490} +$$

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

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

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

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

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

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

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

$$\begin{aligned}
&= 2 \cdot \int_0^{\frac{1}{2}l} \{-4,949 \cdot 10^{-3} \cdot Px^2 + 6,285 \cdot 10^{-6} \cdot Px^3 - 13,5179 \cdot Px - 0,2398 \cdot x^2 + \\
&\quad 3,0448 \cdot 10^{-4} \cdot x^3 - 654,872 \cdot x + 3,0446 \cdot 10^{-4} \cdot x^3 - 3,8665 \cdot 10^{-7} x^4 + \\
&\quad 0,8316 \cdot x^2 \cdot \} \cdot dx \\
&= 2 \cdot \int_0^{\frac{1}{2}l} \{-3,8665 \cdot 10^{-7} \cdot x^4 + 6,0894 \cdot 10^{-4} \cdot x^3 + 0,5619 \cdot x^2 - 654,872 \cdot x + \\
&\quad 6,286 \cdot 10^{-6} \cdot Px^3 - 4,949 \cdot 10^{-3} \cdot Px^2 - 13,5179 \cdot Px \} \cdot dx \\
&= 2 \cdot \left[-7,733 \cdot 10^{-8} \cdot x^5 + 1,5223 \cdot 10^{-4} x^4 + 0,1973 x^3 - 327,436 x^2 + \right. \\
&\quad \left. 1,5713 \cdot 10^{-6} Px^4 - 1,65 \cdot 10^{-3} Px^3 - 6,759 \cdot Px^2 \right]_0^{393,7008} \\
&= - (71573598,74 + 2221115,609 \cdot P)
\end{aligned}$$

b. menghitung d_{bb}^H

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

$$\begin{aligned}
d_{bb} &= 2 \int_0^{\frac{1}{2}l} y^2 \cdot dx \\
&= 2 \int_0^{\frac{1}{2}l} \frac{x^2 (6,2 \cdot 10^5 - 1574,8032 + x^2)}{6,3286 \cdot 10^9} + 6,797 \cdot 10^{-4} \cdot x \cdot (787,4016 - x) + \\
&\quad 730,9345 \\
&= 2 \int_0^{\frac{1}{2}l} 9,7968 \cdot 10^{-5} \cdot x^2 - 2,4484 \cdot 10^{-7} \cdot x^3 + 1,5801 \cdot 10^{-10} \cdot x^4 + 0,5352 \cdot x - \\
&\quad 6,797 \cdot 10^{-4} \cdot x^2 + 730,9345
\end{aligned}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\begin{aligned}
\Delta &= 2 \cdot \int_0^{1/2} Mx.mx \, dx \\
&= 2 \left[-2,587 \cdot 10^{-7} \cdot x^5 - 3,145 \cdot 10^{-3} \cdot x^4 + 4,4647 \cdot x^3 + 4,4647 \cdot x^3 - 1808,5266 \right. \\
&\quad \left. \cdot x^2 + 290542,9344 \cdot x + 3,8978 \cdot 10^{-10} \cdot Px^5 + 1,0269 \cdot 10^{-5} \cdot Px^4 + 0,0693 \right. \\
&\quad \left. \cdot Px^3 - 44,1706 \cdot Px^4 + 9015,4455 \cdot Px \right]_{0,393,7008} \\
&= \frac{57023285,08 + 2364530,779 \cdot P}{29000 \cdot 10320,6155} \\
&= 0,1905 + 7,9003 \cdot 10^{-3} \cdot P
\end{aligned}$$

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

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

$$\text{Profil} = \frac{0,12 \text{ k/ft}}{0,7643 \text{ k/ft}} +$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

d. Kontrol lendutan

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

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

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

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 ²)	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 ²)	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 ²)	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 ²)	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 ²)	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 ²)	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 ²)	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 ²)	22,4	29,1	34,2	34,2	37,3
% V	54,0178	49,48 45	46,7836	34,5029	27,6762

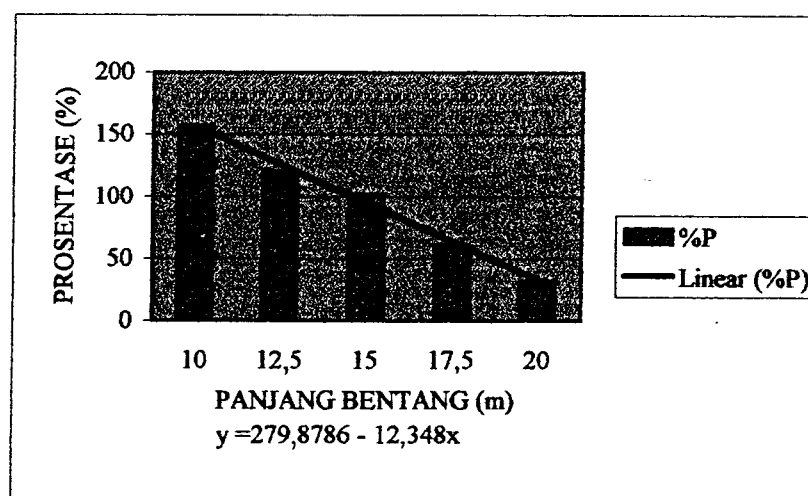
4.4. Pembahasan

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.

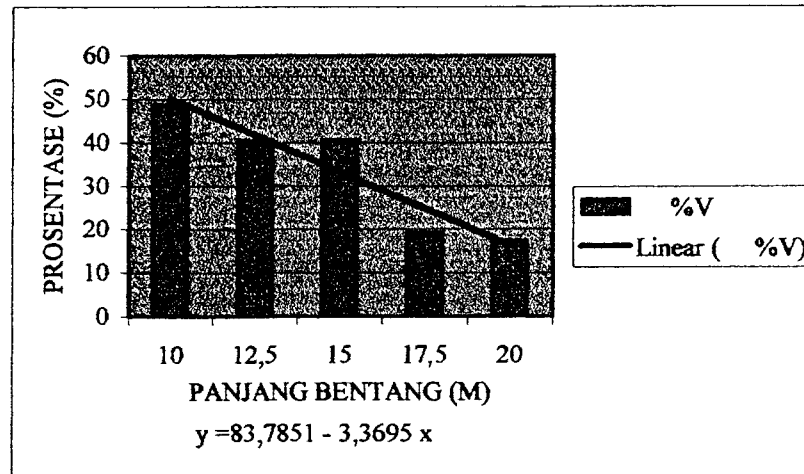
Tabel 4.5 Peningkatan Beban dan Efisiensi Volume Baja pada $f'c = 5,075$ ksi

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

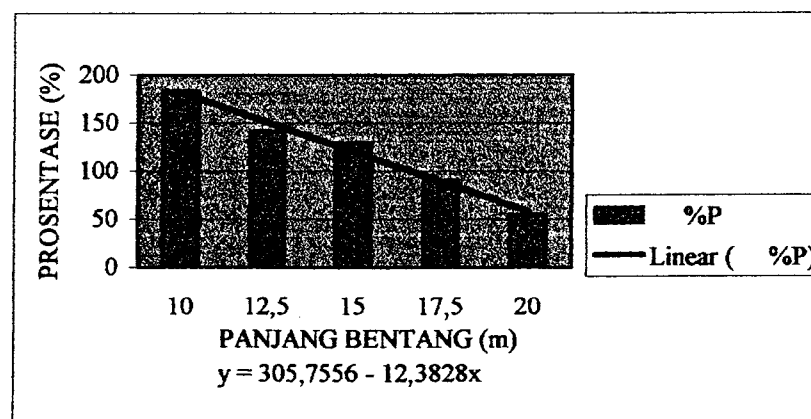


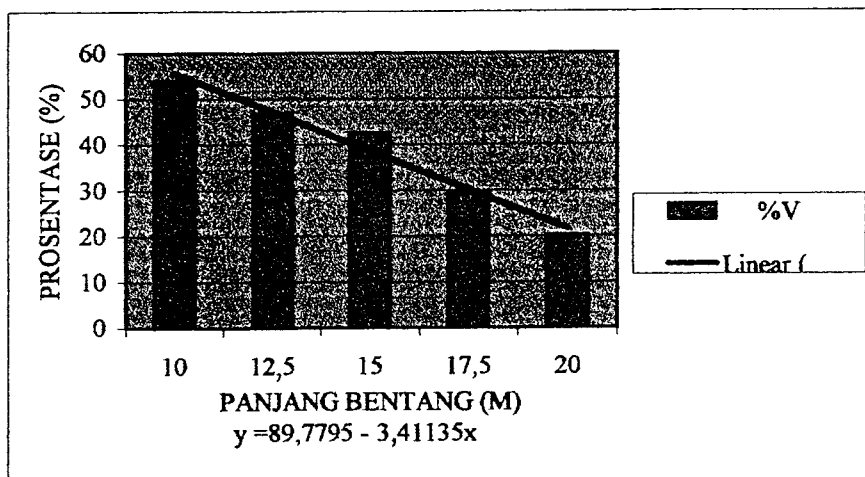
Gambar 4.1 Grafik Peningkatan Beban pada $f'c = 5,075$ ksi



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

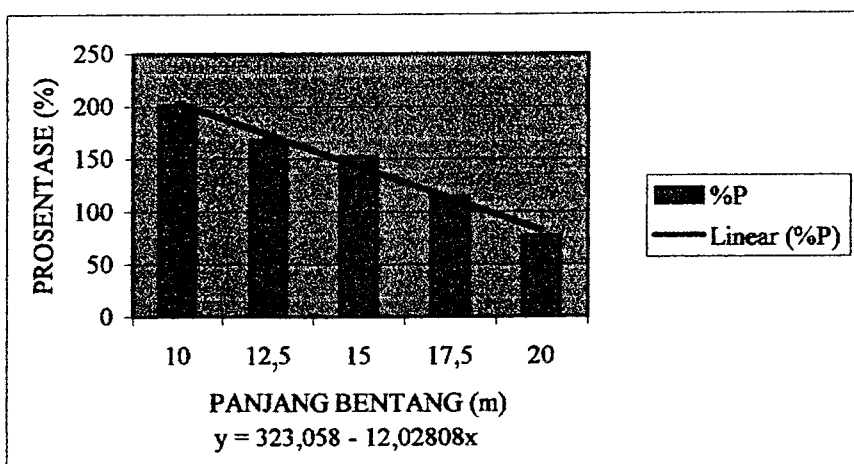
Gambar 4.3 Grafik Peningkatan Beban pada $f'c = 5,4375$ ksi



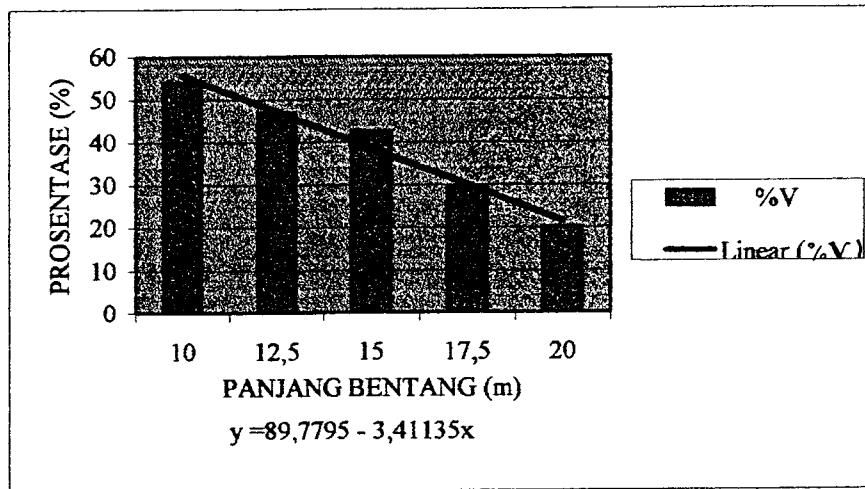
Gambar 4.4 Grafik Efisiensi Volume Baja pada $f'c = 5,4375$ ksi

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



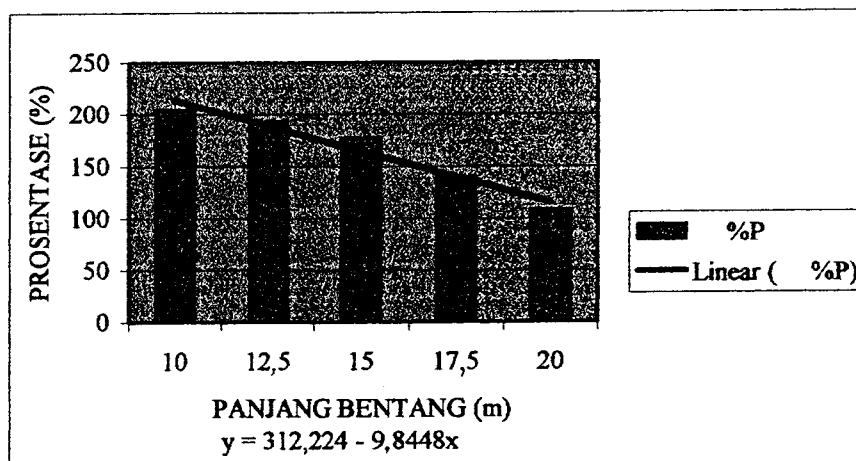
Gambar 4.5 Grafik Peningkatan Beban pada $f'c = 5,8$ ksi



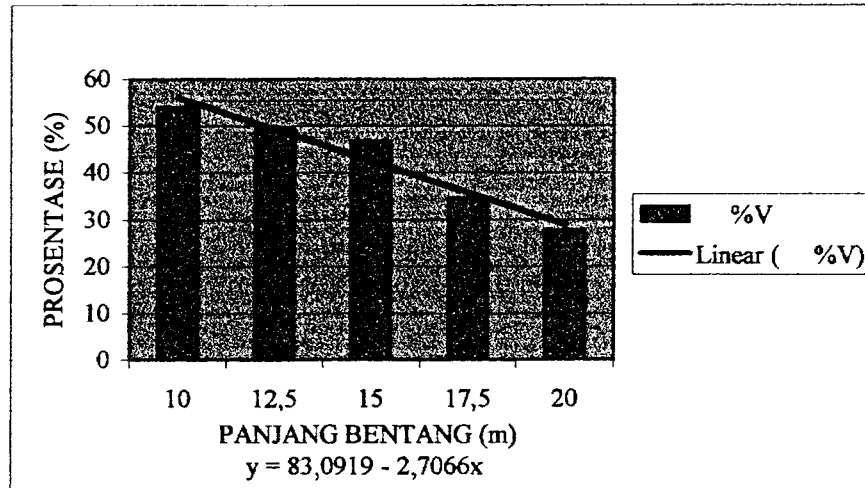
Gambar 4.6 Grafik Efisiensi Volume Baja pada $f'c = 5,8$ ksi

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

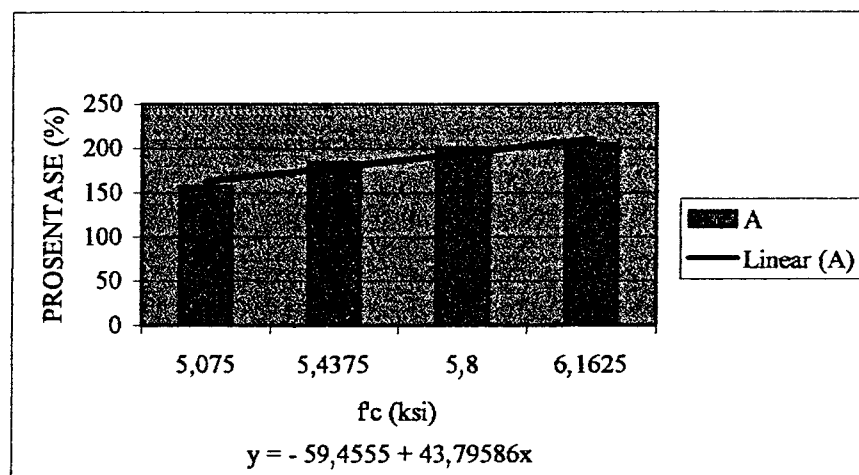


Gambar 4.7 Grafik Peningkatan Beban pada $f'c = 6,1625$ ksi

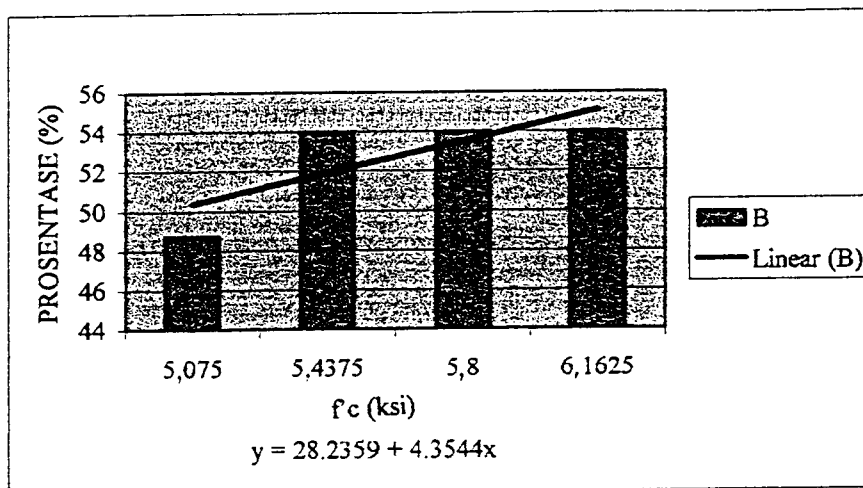
Gambar 4.8 Grafik Efisiensi Volume Baja pada $f'c = 6,1625$ ksi

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



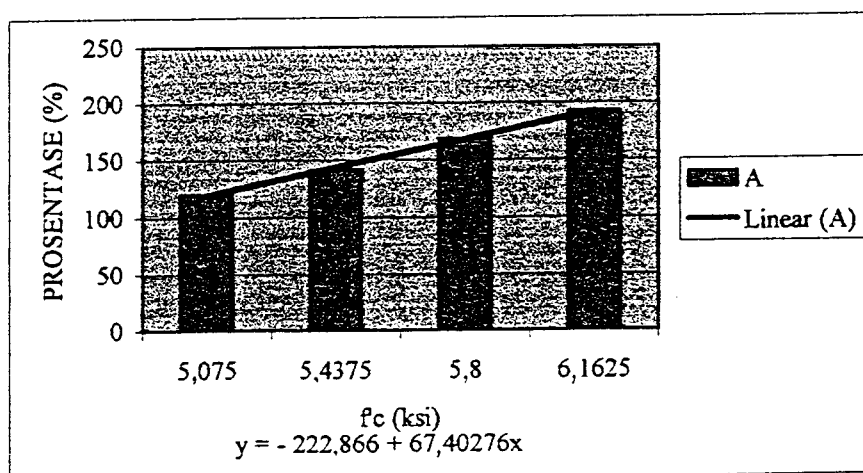
Gambar 4.9 Grafik Peningkatan Beban pada Bentang 10 m



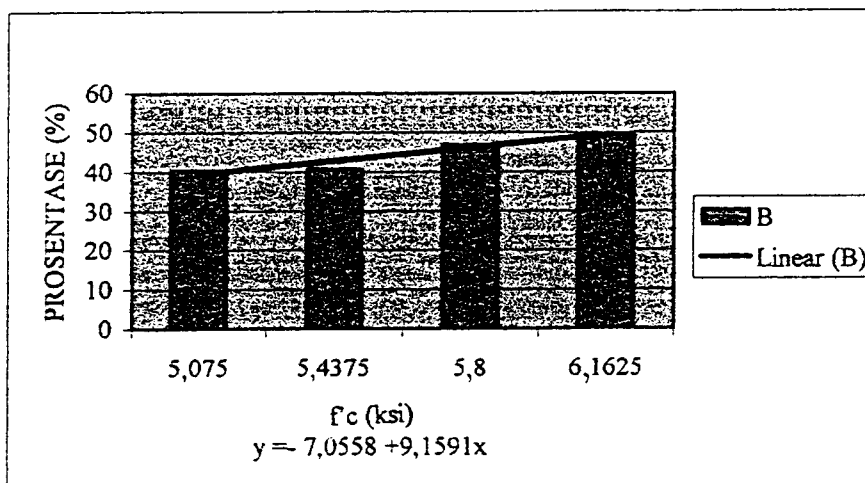
Gambar 4.10 Grafik Efisiensi Volume Baja pada Bentang 10 m

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



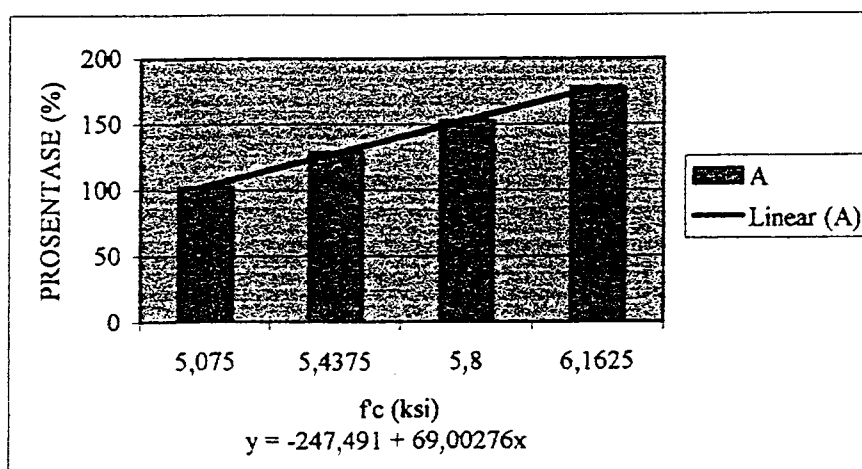
Gambar 4.11 Grafik Peningkatan Beban pada Bentang 12,5 m



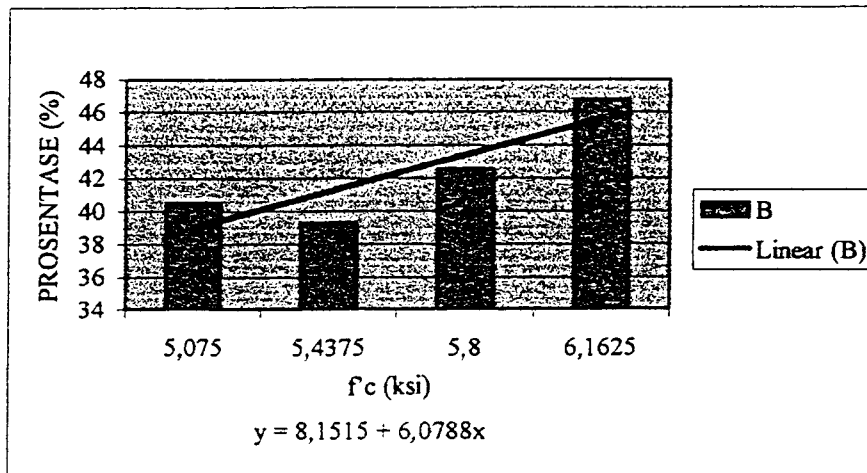
Gambar 4.12 Grafik Efisiensi Volume Baja pada Bentang 12,5 m

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



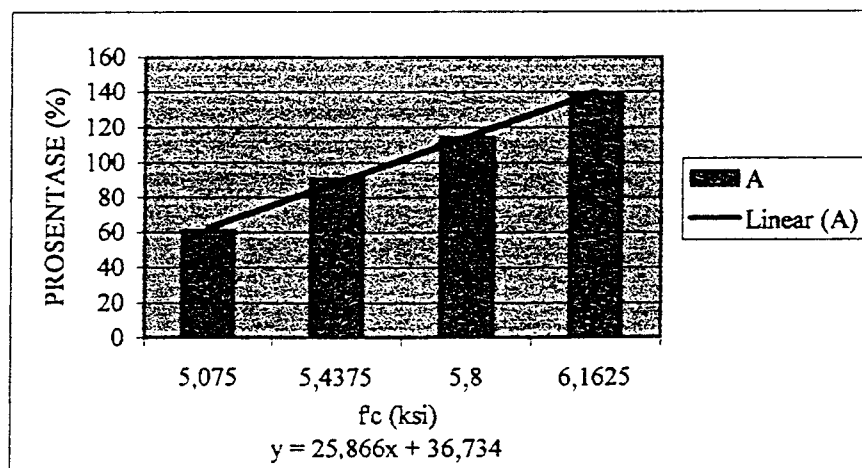
Gambar 4.13 Grafik Peningkatan Beban pada Bentang 15 m



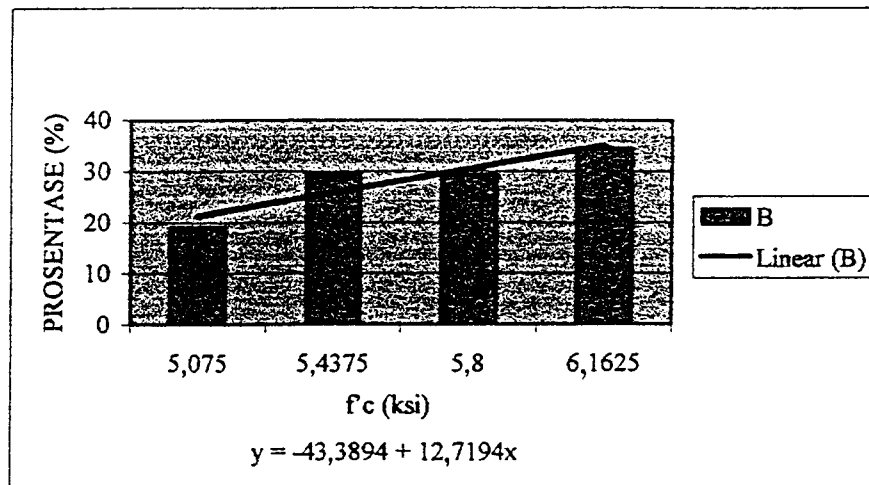
Gambar 4.14 Grafik Efisiensi Volume Baja pada Bentang 15 m

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



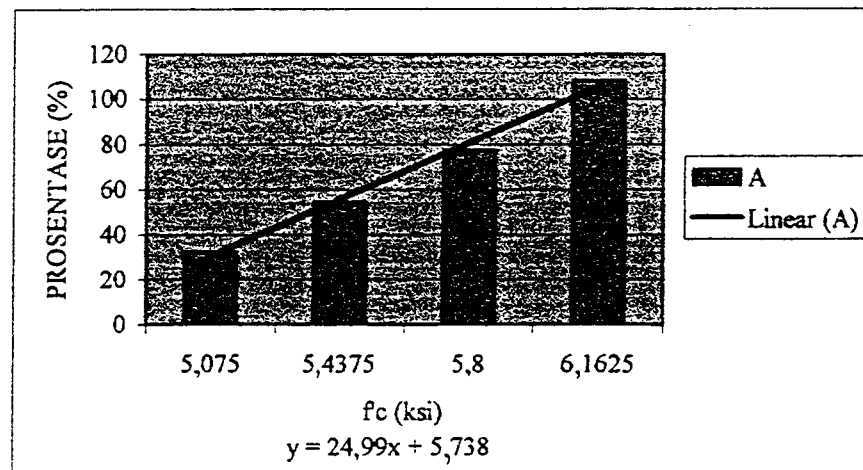
Gambar 4.15 Grafik Peningkatan Beban pada Bentang 17,5 m



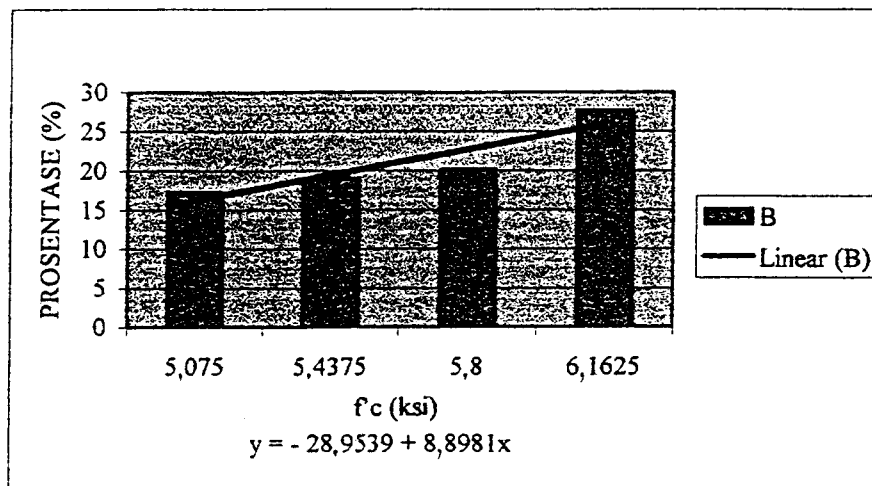
Gambar 4.16 Grafik Efisiensi Volume Baja pada Bentang 17,5 m

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.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil perhitungan perencanaan gelagar komposit bangkitan reaksi tekan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan didapatkan suatu efisiensi volume baja yang cukup besar untuk bentang sampai dengan 20m.
2. Gaya reaksi tekan yang terjadi memberikan reduksi yang besar pada tegangan baja akan tetapi menimbulkan tegangan tambahan pada beton.
3. Peningkatan mutu beton pada gelagar komposit bangkitan reaksi tekan akan menyebabkan peningkatan beban kerja sehingga efisiensi volume baja akan menjadi semakin besar.

5.2 Saran

Setelah dilakukan analisis perhitungan gelagar komposit sistem bangkitan reaksi tekan, terdapat beberapa hal yang dapat disampaikan :

1. Sistem ini sebaiknya digunakan untuk jembatan dimana jarak dasar sungai kelantai jembatan relatif kecil.

2. Perlu adanya pengawasan yang cermat dalam pelaksanaan grouting pada kedua abutment agar tidak terjadi penurunan gelagar yang menyebabkan perbesaran gaya aksial.
3. Untuk tanah-tanah yang labil sebaiknya sistem ini tidak digunakan karena adanya deformasi pada kedua abutment akan mempengaruhi kapasitas dari sambungan atas jembatan.
4. Sistem bangkitan reaksi tekan sebaiknya digunakan dengan menggunakan beton mutu tinggi.
5. Dalam pemilihan profil baja sebaiknya dipertimbangkan untuk memilih profil baja yang seoptimum mungkin.
6. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai perilaku gelagar komposit sistem bangkitan reaksi tekan berkaitan dengan pengaruh kehilangan gaya bangkitan reaksi tekan.

DAFTAR PUSTAKA

- Charles G. Salmon, John E Johnson, 1986, **Struktur Baja Desain dan Perilaku**, ERLANGGA, JAKARTA
- Cucu Srihartini, Maret 1994, **Gelagar Komposit Menggunakan Pelat Beton Segmental Pracetak**, PUSLITBANG PU, BANDUNG
- Gajana M. Sabnis, 1979, **Handbook of Composit Construction Engineering**, Associate Profesor of Civil Engineering Howard university, WASHINGTON DC
- John Dachtar, Juni 1994, **Penggunaan Beton Mutu Tinggi untuk Jembatan Prategang**, PUSLITBANG PU, BANDUNG
- Russeno W, 1986, **Jembatan Gelagar Baja Pratekan**, PUSLITBANG PU, BANDUNG
- Russeno W, Maret 1995, **Pengkajian Penggunaan Elemen Beton Pracetak Segmental untuk Jembatan Type Komposit**, PUSLITBANG PU, BANDUNG
- Russeno W, April 1996, **Pengembangan Elemen Beton Pracetak Segmental untuk Struktur Jembatan**, PUSLITBANG PU, BANDUNG
- Soebianto I, 1986, **Perhitungan Jembatan Komposit**, Cipto Offset, JAKARTA
- Susastrawan, 1994, **Mekanika Rekayasa IV Statis Tak Tertentu**, UII, YOGYAKARTA

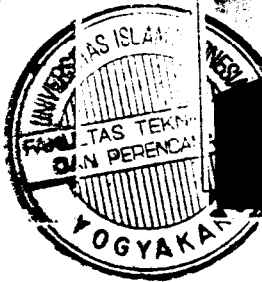


UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	LWI HUGROHO BUDIHAENDI	92 810 213		STRUKTUR
2.	MOHAMAD FADHIL	92 810 268		STRUKTUR

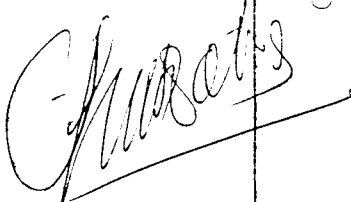
Dosen Pembimbing I : : IR. H. SUSASTRAWAN, MS
Dosen Pembimbing II : : IR. SUHARYANTO, III
1 2



Yogyakarta, 03 Desember 1997
Dekan,
Ketua Jurusan Teknik Sipil.

IR. BAMBANG SOLISTIONO, MSCE

CATATAN - KONSULTASI

No.	Tanggal	Konsultasi ke:	KETERANGAN	Paraf
1	16/12/97	-	Perbaiki <i>WKS</i>	
2	5/3/98		Lanjutkan <i>WKS</i>	
3	16/3/98	-	Lanjutkan <i>WKS</i>	
4	18/3/98	-	Lanjutkan <i>WKS</i>	
	23/3/98	-	Perbaiki 3 sesuai petunjuk dan dilanjutkan ke Reklamasi I	
5	2/4/97	-	Acc. (Jelas. i)	
	14/4/98	Acc	Buat di lokasi	