

ipil

**PENGARUH RASIO  $D/t$  TERHADAP  
KAPASITAS KOLOM BULAT KOMPOSIT CFST  
BERDASARKAN METODE LRFD DAN EUROCODE 4**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

**Intan Permata Sari**

**09023110001**

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2016

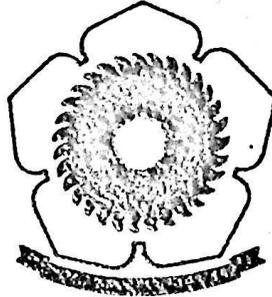
7

8  
624.177207  
Sm  
p  
2006



**PENGARUH RASIO D/t TERHADAP  
KAPASITAS KOLOM BULAT KOMPOSIT CFST  
BERDASARKAN METODE LRFD DAN EUROCODE 4**

15320  
15682



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**Intan Permata Sari**

**03023110081**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2006**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**

**Nama : INTAN PERMATA SARI  
Nim : 03023110081  
Jurusan : TEKNIK SIPIL  
Judul Tugas Akhir : PENGARUH RASIO D/t TERHADAP  
KAPASITAS KOLOM BULAT KOMPOSIT  
CFST BERDASARKAN METODE LRFD DAN  
EUROCODE 4**

**Dosen Pembimbing Utama**



**Dr. Ir. Maulid M. Iqbal. MS**

**NIP. 131 804 345**

**Mengetahui,**

**Dosen Pembimbing Kedua**



**Rosidawani, ST, MT**

**NIP. 132 283 641**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

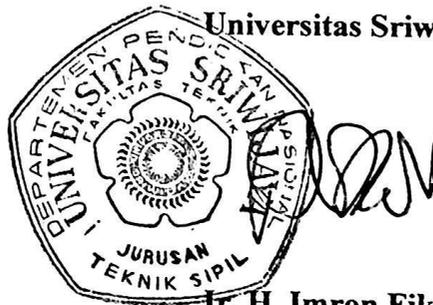
**TANDA PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**Nama : INTAN PERMATA SARI**  
**Nim : 03023110081**  
**Jurusan : TEKNIK SIPIL**  
**Judul Tugas Akhir : PENGARUH RASIO D/t TERHADAP  
KAPASITAS KOLOM BULAT KOMPOSIT  
CFST BERDASARKAN METODE LRFD DAN  
EUROCODE 4**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Sipil**

**Universitas Sriwijaya**



**Ir. H. Imron Fikri Astira, MS**

**NIP. 131 472 645**

# MOTTO

- *Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantarama dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. (Ps: al-Mujadilah (58):11)*
- *Dan bahwasanya manusia lidan akan memperoleh (sesuatu) selain dari apa yang telah diusahakannya. Dan bahwasanya kelak akan diperlihatkan (kepadanya), kemudian akan diberikan balasan kepadanya dengan balasan yang paling sempurna. (Ps: an-Najm (53): 39-41)*
- *"Dari kebodohan kita membuat kesalahan, dan dari kesalahan-kesalahan itu kita belajar. Tidak ada suatu keberhasilan tanpa didahului kegagalan."*

## KATA PENGHANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat ALLAH SWT, karena atas berkah dan rahmatNya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir yang berjudul **“Pengaruh Rasio D/t Terhadap Kapasitas Kolom Bulat Komposit Berdasarkan Metode LRFD dan Eurocode 4”** merupakan salah satu syarat kurikulum untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis berterima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. H. Hasan Basri, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. H. Imron Astira, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Ir. H. Maulid M. Iqbal, MS, selaku pembimbing utama Tugas Akhir yang telah banyak meluangkan waktu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Rosidawani, ST, MT, selaku pembimbing kedua Tugas Akhir dan pembimbing akademik, atas dorongan dan bimbingannya selama 4 tahun ini.
5. Dosen Pengajar dan Staf Administrasi di Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
6. Kedua Orangtuaku, kakak dan adek, serta Keluarga Besar atas doa, harapan, semangat, dan dukungannya.
7. Marandius untuk semua dukungan, motivasi, pengertian, dan kesabarannya.
8. Teman-teman seperjuangan Ening, Dewi, Abank (*thanx a lot fren...*)
9. Sahabatku Manto' dan Repi'i, dan teman-teman yang banyak memberikan warna suka duka ( Mega, Sosma, Egi, 'anak 8', Oji, Amik, Efran, Budi, Bani, Gema dkk, Septa, Satang, Martha, Sipil 02, Kak Titi, Kak Lia, Kak Haris, Kak Wendi, Mbak Eno, Kak Rini, Mbak Aan).
10. Adek-adekku Desi, Lisa, Ci, Asep, Rengga, Devi, Ades, Anggi, Dwi, Yani dan seluruh anak-anak *pink* lainnya.

11. Semua pihak yang banyak membantu selesainya penyusunan Tugas Akhir ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

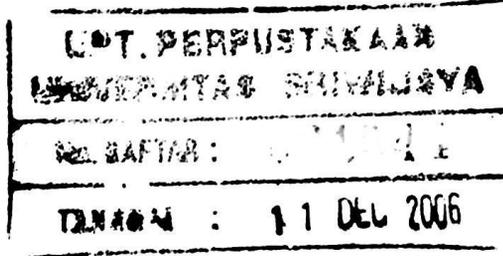
Dengan segala kerendahan hati penulis menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini masih dapat kekurangan, sehingga segala saran dan kritik demi perbaikan akan diterima dengan senang hati. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, Nopember 2006

Penulis

# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
MOTTO	iv
KATA PENGHANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
ABSTRAK	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Metodologi dan Teknik Penulisan	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Kolom Secara Umum	6
2.2 Kolom Komposit	7
2.2.1 Definisi Kolom Komposit	7
2.2.2 Keunggulan Struktur Kolom Komposit	7
2.2.3 Macam-macam Kolom Komposit	8
2.2.4 Komponen-komponen Kolom Komposit	10
2.2.5 Macam-macam Kolom Komposit	15



2.3 Kapasitas Kolom Tabung Baja Isi Beton	15
2.3.1 Metode LRFD	16
2.3.2 Metode Eurocode 4	20
2.4 Pemrograman dengan Visual Basic 6	24
2.4.1 Algoritma dan Flowchart	24
2.4.2 Komponen Visual Basic	25
2.5 Metode Perhitungan Kapasitas Beton Ultimit Kolom Komposit	26

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Metodologi Penelitian Tugas Akhir	28
3.2 Variabel Penelitian	28
3.3 Prosedur Penelitian	28
3.4 Persiapan Pemrograman	31
3.4.1 Algoritma Program	31
3.4.2 Diagram Alir	31
3.4.3 Pendekatan dengan Pseudo Code Program	36
3.5 Desain Program dengan Bahasa Visual Basic 6.0	36
3.5.1 Splash Form	37
3.5.2 Main Form, Title Form, dan Input Data Form	38
3.5.3 Output Data Form	41
3.6 Kompilasi Program	42
3.7 Perbandingan Pengaruh Rasio D/t terhadap Kapasitas Kolom Komposit CFST	43

### **BAB IV PEMBAHASAN**

4.1 Variasi Benda Uji	44
4.2 Perhitungan Mencari Kapasitas Kolom Komposit Secara Manual	46
4.2.1 Analisa Perhitungan Manual dengan Menggunakan Metode LRFD	46
4.2.2 Analisa Perhitungan Manual dengan Menggunakan Metode Eurocode 4	49

4.3 Perhitungan dengan Menggunakan Program	52
4.3.1 Perbandingan Perhitungan Manual dan Perhitungan dengan Menggunakan Program	55
4.3.2 Perhitungan Benda Uji dengan Menggunakan Program	56
4.4 Pengaruh Variabel Perhitungan Terhadap Kapasitas Kolom Komposit	58
4.4.1 Pengaruh Kuat Tekan Beton	58
4.4.2 Pengaruh Kuat Tarik Baja	60
4.4.3 Pengaruh Kondisi Perletakan	62
4.4.4 Pengaruh Tambahan Tulangan Baja Longitudinal	63
4.5 Perbandingan Rasio D/t terhadap Kapasitas Kolom Komposit CFST	65

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran	68

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Jenis-jenis Kolom Bertulang	7
2.2	Encased Coloum dan CFST	8
2.3	Macam-macam Penampang Kolom Komposit	9
2.4	Kurva Tegangan-Regangan Baja	10
2.5	Tegangan Regangan Beton	12
2.6	Tegangan Tekan Benda Uji Beton	13
2.7	Kolom Komposit CFST	16
2.8	Grafik Faktor Kelangsingan	22
2.9	Bentuk-bentuk Simbol Flowchart	25
3.1	Diagram Alir Kerja	30
3.2	Diagram Alir CFST Calculation Program	32
3.3	Bagan Alir Program LRFD	33
3.4	Bagan Alir Program Eurocode 4	35
3.5	Splash Form CFST Calculation Program	37
3.6	Info Singkat CFST Calculation Program	38
3.7	Main Form CFST Calculation Program	38
3.8	Title Form CFST Calculation Program	39
3.9	Input Data Form	40
3.10	Early Warnings Form	40
3.11	Output Data Form	41
3.12	File Penyimpan	42
4.1	Benda Uji Kolom Komposit CFST	44
4.2	Kondisi Perletakan	44
4.3	Kurva Pengaruh Kuat Tekan Beton Metode LRFD	59
4.4	Kurva Pengaruh Kuat Tekan Beton Metode Eurodode 4	59
4.5	Kurva Pengaruh Kuat Tarik Baja Metode LRFD	61
4.6	Kurva Pengaruh Kuat Tarik Baja Metode Eurocode 4	61

4.7	Kurva Pengaruh Kondisi Perletakan	63
4.8	Kurva Pengaruh Tulangan Tambahah Longitudinal	64
4.9	Kurva Pengaruh Rasio D/t Terhadap Kapasitas Kolom Komposit Kelompok A	65
4.10	Kurva Pengaruh Rasio D/t Terhadap Kapasitas Kolom Komposit Kelompok B	66

## DAFTAR TABEL

1.1	Sifat-sifat Baja yang Digunakan Untuk Bangunan Struktur	11
2.2	Ukuran Tulangan dan Berat Standar Tulangan	14
3.1	Variasi Benda Uji	45
3.2	Plot Titik pada Grafik $\chi$	53
4.3	Perbandingan Perhitungan Manual dan CFST Calculation Program Metode LRFD	55
4.4	Perbandingan Perhitungan Manual dan CFST Calculation Program Metode Eurocode 4	55
4.5	Hasil Perhitungan Kapasitas Kolom Komposit CFST dengan Menggunakan Program	57
4.6	Perbandingan Kapasitas Kolom Komposit dengan Kuat Tekan Beton Berbeda Menggunakan Metode LRFD	58
4.7	Perbandingan Kapasitas Kolom Komposit dengan Kuat Tekan Beton Berbeda Menggunakan Metode Eurocode 4	59
4.8	Perbandingan Kapasitas Kolom Komposit dengan Kuat Tarik Baja Berbeda Menggunakan Metode LRFD	60
4.9	Perbandingan Kapasitas Kolom Komposit dengan Kuat Tarik Baja Berbeda Menggunakan Metode Eurocode 4	61
4.10	Perbandingan Kapasitas Kolom Komposit dengan Kondisi Perletakan Berbeda	62
4.11	Perbandingan Kapasitas Kolom Komposit dengan Tambahan Tulangan Baja Longitudinal	64
4.12	Perbandingan Rasio D/t Terhadap Kapasitas Kolom Komposit Kelompok A	65
4.13	Perbandingan Rasio D/t Terhadap Kapasitas Kolom Komposit Kelompok B	66

## ABSTRAK

Kolom sebagai elemen dari suatu kerangka bangunan (portal) dengan fungsi dan peran untuk menyangga beban aksial tekan vertikal. Kegagalan kolom akan berakibat langsung pada runtuhnya komponen struktur lain yang berhubungan dengannya. Dalam praktek, umumnya kolom tidak hanya bertugas menahan beban aksial vertikal, tetapi juga menahan kombinasi beban aksial dan momen lentur. Struktur kolom komposit yaitu komponen struktur tekan yang telah dipakai secara luas, terutama pada bangunan tinggi. Istilah kolom komposit mengacu pada jenis material didalamnya yaitu beton dan baja.

Struktur kolom komposit terbagi menjadi 2 kategori, yaitu kolom bungkus (*Encased Coloum*) dan Tabung Baja Isi Beton (*Concrete Filled Steel Tubes*). Ada beberapa metode yang digunakan untuk mencari kapasitas kolom komposit. Diantaranya metode *Load Resistent Factor Design* (LRFD), ACI, Eurocode, dan lain-lain. Masing-masing metode memiliki tingkat efisiensi kapasitas kolom yang berbeda-beda sehingga diperlukan perbandingan dari masing-masing metode.

Ada beberapa faktor yang menentukan kapasitas kolom komposit *CFST* diantaranya ukuran penampang, panjang kolom, mutu baja, mutu beton, dan perletakan kolom. Pengaruh rasio  $D/t$  berpengaruh pula terhadap besar kapasitas kolom *CFST*. Akibat adanya perbedaan cara perhitungan antara metode LRFD dan Eurocode 4, serta faktor pengaruh dari ukuran penampang ( $D/t$ ) yang digunakan dan variabel bebas lainnya, akan lebih mudah menghitung kapasitas kolom komposit *CFST* dengan menggunakan suatu program Microsoft Visual Basic 6.0.

Dari hasil perhitungan dengan bantuan program disimpulkan, kapasitas kolom komposit menurun seiring dengan bertambah besarnya rasio  $D/t$  dengan diameter yang sama dan tebal tabung baja meningkat. Sedangkan untuk kolom komposit dengan diameter meningkat dan tebal tabung baja yang sama, kapasitas kolom komposit mengalami peningkatan. Dimensi penampang kolom komposit memiliki pengaruh lebih besar terhadap kapasitas kolom komposit untuk perhitungan dengan menggunakan metode Eurocode 4.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dewasa ini penggunaan struktur komposit sebagai salah satu bagian dari konstruksi telah dikenal dan banyak digunakan oleh para pengguna jasa konstruksi dalam meningkatkan efisiensi penggunaan bahan pada suatu pekerjaan konstruksi. Struktur komposit tidak hanya unggul secara ekonomis. Sebuah uji laboratorium terhadap perilaku tahan api pada kolom komposit mengindikasikan peran beton sebagai peredam panas. Proses penyusupan panas dari baja menuju beton dapat menunda tingkat kenaikan suhu pada silinder baja (Sumber: ASCE, *Composite Construction Design For Building*)

Salah satu komponen struktur bangunan tinggi yang biasanya dijadikan objek penggunaan bahan yang efisien adalah struktur kolom. Kolom komposit merupakan bagian yang penting dari struktur komposit terutama untuk bangunan tinggi yang biasa digunakan untuk perkantoran.

Kolom sebagai elemen dari suatu kerangka bangunan (portal) dengan fungsi dan peran untuk menyangga beban aksial tekan vertikal. Kegagalan kolom akan berakibat langsung pada runtuhnya komponen struktur lain yang berhubungan dengannya. Dalam praktek, umumnya kolom tidak hanya bertugas menahan beban aksial vertikal, tetapi juga menahan kombinasi beban aksial dan momen lentur. Struktur kolom komposit yaitu komponen struktur tekan yang telah dipakai secara luas, terutama pada bangunan tinggi. Istilah kolom komposit mengacu pada jenis material didalamnya yaitu beton dan baja.

Struktur yang menggunakan bahan dari beton maupun baja memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Kelebihan dari struktur komposit adalah pengurangan berat baja, kekakuan lantai makin besar, panjang batang.

dapat lebih besar, dan lebih ekonomis karena tidak diperlukan lagi cetakan untuk beton. Dengan memanfaatkan sepenuhnya kelebihan struktur komposit, dapat diperoleh penghematan sekitar 20% sampai 30%.

Struktur kolom komposit terbagi menjadi 2 kategori, yaitu kolom bungkus (*Encased Coloum*) dan Tabung Baja Isi Beton (*Concrete Filled Steel Tubes*). Analisa perhitungan untuk setiap kategori di atas berbeda-beda untuk struktur kolom baik berupa *Encased Coloum* maupun *Concrete Filled Steel Tubes* (*CFST*). *Encased Coloum* terdiri dari struktur baja yang dibungkus beton, yang biasanya berbentuk baja I. Sedangkan *CFST* terdiri dari tabung baja yang dibuat melalui pabrikasi yang diisi dengan material beton.

Khusus untuk gedung-gedung bertingkat yang membutuhkan kolom baja tahan api, para ahli struktur dapat merancang batang dengan tulangan beton yang berfungsi menyokong keseluruhan beban aksial tanpa bantuan baja dalam kebakaran yang hebat. Keseluruhan bagian komposit memiliki kekakuan ekstra yang dapat mengendalikan terjadinya penyimpangan lateral pada keseluruhan struktur. Kolom komposit *CFST* dapat meredam respon terhadap beban dinamis sebesar 1,5% hingga 2%.

Ada beberapa metode yang digunakan untuk mencari kapasitas kolom komposit. Diantaranya metode *Load Resistent Factor Design* (LRFD), ACI, Eurocode, dan lain-lain. Masing-masing metode memiliki tingkat efisiensi kapasitas kolom yang berbeda-beda sehingga diperlukan perbandingan dari masing-masing metode. Ada beberapa faktor yang menentukan kapasitas kolom komposit *CFST* diantaranya ukuran penampang, panjang kolom, mutu baja, mutu beton, dan perletakan kolom. Pengaruh rasio  $D/t$  berpengaruh pula terhadap besar kapasitas kolom *CFST*. Akibat adanya perbedaan cara perhitungan antara metode LRFD dan Eurocode 4, serta faktor pengaruh dari ukuran penampang ( $D/t$ ) yang digunakan dan variabel bebas lainnya, akan lebih mudah menghitung kapasitas kolom komposit *CFST* dengan menggunakan suatu program Microsoft Visual Basic 6.0.

## 1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas adalah untuk mendapatkan pengaruh rasio  $D/t$  terhadap kapasitas kolom dengan berbagai ukuran penampang kolom komposit *CFST* berbentuk lingkaran. Dalam menganalisa perhitungan kolom komposit akan digunakan dua metode yaitu metode LRFD dan Eurocode 4 sehingga dapat dilihat perbandingan masing-masing metode dan kapasitas yang mampu ditahan kolom tersebut.

## 1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan yang ingin dicapai pada penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh rasio  $D/t$  terhadap kapasitas kolom komposit berupa Tabung Baja Isi Beton (*Concrete Filled Steel Tubes*) dengan menggunakan metode perhitungan :
  - a. Metode LRFD
  - b. Metode Eurocode 4
2. Untuk mempermudah perhitungan maka dibuat program untuk mencari kapasitas ultimit kolom komposit.

## 1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Permasalahan yang dibahas terbatas pada studi literatur dan analisa perhitungan untuk mencari perbandingan pengaruh  $D/t$  terhadap kapasitas kolom komposit *CFST*. Adapun variabel yang digunakan terbatas pada :

1. Mutu baja antara 165 sampai 380 MPa.
2. Mutu beton antara 21 sampai 55 MPa.
3. Jenis kolom untuk kolom pendek dan kolom langsing.
4. Penampang kolom berbentuk lingkaran.
5. Metode perhitungan menggunakan metode LRFD dan metode Eurocode 4.
6. Perletakan berupa jepit-jepit dan sendi-sendi.

7. Variabel bebas antara lain diameter kolom, tebal tabung baja, dan panjang kolom.
8. Analisa perhitungan dibatasi pada kolom dengan beban konsentris.

### **1.5 Metodologi dan Teknik Penulisan**

Dalam penelitian ini digunakan metode studi pustaka, yaitu sebuah metode dimana pengumpulan dasar-dasar teori dan literatur yang berhubungan dengan tema penelitian. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah ;

1. Mengumpulkan dan mempelajari literatur yang berkaitan dengan perhitungan kolom Tabung Baja Isi Beton dengan metode LRFD dan Eurocode 4.
2. Dari literatur yang ada dilakukan analisa rumus-rumus yang akan digunakan dalam perhitungan beban ultimit kolom komposit ini.
3. Setelah proses pembuatan program, dilanjutkan dengan analisa pengaruh D/t terhadap kapasitas kolom pada Tabung Baja Isi Beton dengan membahas beberapa kasus yang bervariasi.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Tugas akhir ini terdiri dari lima bab dengan rencana sistematika pembahasan sebagai berikut :

- a. Bab I, Pendahuluan. Bab ini berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penulisan, metodologi penulisan, ruang lingkup penulisan, serta sistematika penulisan.
- b. Bab II, Tinjauan Pustaka. Bab ini membahas tentang kolom komposit terutama kolom komposit *CFST* dan berbagai metode yang digunakan dalam perhitungan.
- c. BAB III. Metodologi Penelitian. Pada bab ini dibahas proses pembuatan program sebagai alat bantu perhitungan optimalisasi kolom komposit.

## Daftar Pustaka

1. Charles, G.S. 1986. *Struktur Baja 1*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
2. Dipohusodo, Istimawan. 1999. *Struktur Beton Bertulang*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
3. *Load and Resistance Factor Design*. 1994. Vol I. Structural Member. American Institute Of Steel Construction, Inc.
4. Nawy, Edward. G. 1985. *Reinforced Concrete A Fundamental Approach*. Prentice Hall, Inc.
5. Oehlers, J.D. , Bradford, A.M.1995. *Composite Steel and Concrete Structural Members Fundamental Behavior*. The University of Adelaide. Australia and University of New South Wales. Australia.
6. Sabnis, Gajanan M. 1979. *Handbook Of Composite Construction Engineering*. Van Nostrand Reinhold Company. New York.
6. Viest, M.I. , Furlong, P.J. , Griffis, G.L. , Leon, T.R. , Wylie, A.L.Jr. 1997. *Composite Construction Design For Buildings*. American Society of Civil Engineers.