

**PERHITUNGAN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG KULIAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL POLITEKNIK NEGERI
SAMARINDA (POLNES) KALIMANTAN TIMUR**

***CALCULATION OF BUILDING STRUCTURE DEPARTMENT
OF CIVIL ENGINEERING STATE POLYTECHNIC OF
SAMARINDA (POLNES)
EAST KALIMANTAN***

Erni Kurniawati

Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda
ikurniawati1997@gmail.com

Joko Suryono

Staff Pengajar, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda
jokosuryono55@gmail.com

Riza Setiabudi Kurniawan

Staff Pengajar, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda
Riza_sbk_70@yahoo.co.id

INTISARI

Tujuan dari perhitungan ini adalah untuk mendapatkan hasil penulangan pada Gedung Kuliah Jurusan Teknik Sipil dan mendapatkan hasil kapasitas dukung tiang pancang dengan menggunakan data *Cone Penetration Test (CPT)*. Perhitungan struktur beton dimulai dengan menghitung pembebanan lalu di *input* kedalam SAP 2000 versi 14 dan didapatkan gaya-gaya dalam berupa momen (M), gaya lintang (D) dan gaya normal (N). Kemudian hasil analisa gaya dihitung menggunakan metode SNI- 2847-2013 dan mengacu pada PPIUG 1983. Pada perhitungan struktur gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Samarinda diperoleh perhitungan kapasitas dukung tiang pancang tunggal sebesar 46926,84 kg, kapasitas dukung kelompok tiang pancang sebesar 187707,38 kg, tulangan pelat 2 arah (kode B 3,60m x 4,50m) dengan Ø10–100 mm tulangan lapangan arah x, Ø10–125mm tulangan lapangan arah y, Ø10–100 mm tulangan tumpuan arah x, dan Ø10–125 mm tulangan tumpuan arah y. Pada balok (250 x 400) diperoleh 2D19 tulangan tumpuan, 2D19 tulangan lapangan, Ø10–100 tulangan geser tumpuan, dan Ø10–200 tulangan geser lapangan. Selanjutnya pada kolom (400 x 400) diperoleh 8D19 dengan tulangan geser tumpuan Ø10–100 mm dan tulangan geser lapangan Ø10–200 mm.

Kata kunci: Balok, Kolom, Tiang pancang, SNI 2847-2013.

ABSTRACT

The purpose of this calculation is to get the results of reinforcement at the Civil Engineering Lecture Building and get the results of the pile support capacity using the Cone Penetration Test (CPT) data. The calculation of concrete structure begins by counting the load then input into SAP 2000 version 14 and found the forces in the form of

moment (M), latitude (D) and normal force (N). Then the style analysis is calculated using SNI-2847-2013 method and referring to PPIUG 1983. In the calculation of Civil Engineering Department building of State Polytechnic of Samarinda obtained the calculation of single piling bearing capacity of 46926,84 kg, pile group support capacity of 187707,38 kg, 2-way braid plate (code B 3.60m x 4.50m) with $\text{Ø}10\text{-}100$ mm x-y field reinforcement, $\text{Ø}10\text{-}125$ mm y for field reinforcement, $\text{Ø}10\text{-}100$ mm x x, and $\text{Ø}10\text{-}125$ mm reinforcement reinforcement y direction. In the beam (250 x 400) obtained 2D19 reinforcement rods, 2D19 field reinforcement, $\text{Ø}10\text{-}100$ shear support rods, and $\text{Ø}10\text{-}200$ shear reinforcement. Furthermore, in column (400 x 400) obtained 8D19 with $\text{Ø}10\text{-}100$ mm pedestal shear reinforcement and shear reinforcement $\text{Ø}10\text{-}200$ mm.

Keywords: Beams, Columns, Piles, SNI 2847-2013.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Politeknik Negeri Samarinda merupakan salah satu institusi pendidikan berkualitas yang saat ini banyak diminati calon-calon mahasiswa, tentunya hal itu menimbulkan berbagai macam permasalahan baru diantaranya adalah melonjaknya jumlah mahasiswa khususnya Jurusan Teknik Sipil sedangkan ruang kelas yang tersedia sedikit. Untuk itu, dibutuhkan pembangunan gedung perkuliahan yang baru. Gedung baru ini terletak dibelakang gedung kuliah teknik sipil yang telah ada saat ini dan nantinya akan saling terhubung melalui jembatan penghubung antara gedung yang lama dengan yang baru. Gedung ini merupakan bangunan gedung bertingkat tiga dan menggunakan struktur beton bertulang dengan luas gedung ± 850 m² yang berlokasi di Jl. Dr. Ciptomangunkusumo Kelurahan Sungai Keledang Kecamatan Samarinda Seberang Kota Samarinda Kalimantan Timur.

Di dunia konstruksi perhitungan struktur sangat diperlukan dalam perencanaan sebuah gedung, khususnya gedung bertingkat harus memperhatikan unsur kekuatan, kenyamanan, serta aspek ekonomisnya. Untuk kenyamanan yang diinginkan membutuhkan tingkat ketelitian dan keamanan yang tinggi dalam perhitungan konstruksinya. Faktor yang mempengaruhi kekuatan konstruksi adalah beban hidup, mati, angin, dan beban gempa. Kondisi geografis dan geologi di wilayah pembangunan gedung bertingkat akan mempengaruhi kekuatan gempa yang ditimbulkan nantinya sehingga akan berdampak pada bangunan itu sendiri. Perhitungan struktur dapat dilakukan dengan

beberapa cara baik secara manual maupun program komputer. Dengan cara manual ada beberapa metode seperti metode Takabeya, metode Cross, metode Clapayron sedangkan untuk program komputer dapat menggunakan program ETABS, program SAP 2000 versi 14, TEKLA dan lain-lain. Sehingga dalam perencanaan suatu bangunan diperlukan perhitungan struktur yang benar-benar akurat dan tepat, khususnya pada perencanaan struktur bangunan gedung Kuliah Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Samarinda yaitu pelat lantai, kolom dan balok.

Pada Tugas Akhir ini akan dihitung ulang kekuatan struktur Gedung Kuliah Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Samarinda dengan menggunakan aplikasi program komputer yaitu dengan program SAP 2000 versi 14. Karena program SAP 2000 versi 14 merupakan salah satu aplikasi program yang sering digunakan untuk menghitung struktur dan beberapa kemampuan yang dimiliki oleh program SAP 2000 versi 14 yang berbasis pada metode matrix ini yaitu analisa yang cepat dan akurat, pemodelan elemen *shell* yang lebih akurat dan sistem koordinat ganda untuk bentuk geometri struktur yang kompleks. Setelah menghitung analisa struktur selanjutnya merencanakan dimensi dan penulangan elemen struktur seperti pelat, balok dan kolom sesuai dengan SNI 2847-2013 dengan pembebanan sesuai Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG) 1983.

LANDASAN TEORI

Umum

Bangunan adalah sebuah struktur yang memiliki tumpuan dan diberi beban dari atas yaitu beban hidup, mati, angin dan gempa.

Beban tersebut memiliki kombinasi pembebanan dan koefisien penjumlahan yang mengacu pada Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1983, SNI 1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung serta SNI 2847-2013 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.

Definisi Struktur Bangunan

Definisi struktur bangunan menurut Ariestadi di dalam bukunya Teknik Struktur Bangunan jilid 2 untuk SMK “ Struktur bangunan adalah bagian dari sebuah sistem bangunan yang bekerja untuk menyalurkan beban yang diakibatkan oleh adanya bangunan di atas tanah”.

Fungsi struktur bangunan yaitu untuk memberi kekuatan yang diperlukan untuk mencegah sebuah bangunan mengalami keruntuhan. Struktur merupakan bagian bangunan yang menyalurkan beban-baban. Beban-baban tersebut menumpu pada elemen-elemen yang selanjutnya disalurkan ke bagian bawah tanah bangunan, sehingga beban-baban tersebut akhirnya dapat ditahan oleh tanah.

Terdapat tiga bagian dari struktur bangunan antara lain :

1. Struktur bawah (substruktur) adalah bagian-bagian bangunan yang terletak di bawah permukaan tanah. Struktur bawah ini meliputi pondasi dan sloof.
2. Struktur tengah merupakan bagian-bagian bangunan yang terletak di atas permukaan tanah dan di bawah atap, serta layak ditinggali oleh manusia. Yang dimaksud struktur tengah di antaranya dinding, kolom, dan ring.
3. Struktur atas (superstruktur) yaitu bagian-bagian bangunan yang terbentuk memanjang ke atas untuk menopang atap. Struktur atas bangunan antara lain rangka dan kuda-kuda.

Tumpuan

Tumpuan merupakan tempat perletakan atau dukungan bagi konstruksi dalam meneruskan gaya-gaya yang bekerja ke

pondasi. Ada tiga jenis tumpuan, yaitu :

1. Tumpuan sendi dapat bergerak dan mampu menahan gaya vertikal dan gaya horizontal. Tumpuan sendi ini tidak dapat menahan momen.
2. Tumpuan rol adalah tumpuan yang dapat bergeser ke arah horizontal sehingga tumpuan ini tidak dapat menahan gaya horizontal. Tumpuan rol hanya dapat menahan gaya vertikal dan tidak dapat pula menahan momen.
3. Tumpuan jepit berupa balok yang terjepit pada tiang. Tumpuan ini mampu memberikan reaksi terhadap gaya vertikal, gaya horizontal bahkan mampu memberikan reaksi terhadap putaran momen.

Pembebanan

Adapun jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur sesuai dengan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG)1983, antara lain:

1. Beban mati (*dead load*)
2. Beban hidup (*live load*)
3. Beban angin (*wind load*)
4. Beban gempa (*quake load*)

Kombinasi beban

1. Kuat perlu

Adapun kombinasi beban yang digunakan sesuai dengan pasal 9.2 SNI 2847-2013 adalah sebagai berikut :

$$U = 1,4 DL$$

$$U = 1,2 DL + 1,0E + 1,0 L$$

$$U = 0,9 DL + 1,0W$$

$$U = 0,9 DL + 1,0E$$

Dimana DL merupakan beban mati, L merupakan beban hidup, W merupakan beban angin, dan E merupakan beban gempa.

2. Kuat desain

Adapun nilai dari faktor reduksi sesuai dengan pasal 9.3 SNI 2847-2013 adalah sebagai berikut :

- a. Lentur tanpa beban aksial ialah 0,90
- b. Gaya aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur :
 - Komponen struktur dengan tulangan spiral ialah 0,75
 - Komponen struktur lain ialah 0,65

c. Gaya geser dan torsi ialah 0,75

Analisa Struktur SAP 2000 versi 14

SAP 2000 versi 14 merupakan program yang dapat digunakan adalah untuk beberapa hal, diantaranya untuk membuat struktur baru, memodifikasi dan merancang (mendesain) elemen struktur. Keistimewaan program ini adalah kemampuan dan kelengkapannya dalam memadukan modul analisis struktur dengan modul untuk perancangan elemen struktur. Modul perancangan yang disediakan adalah untuk struktur beton dan baja. Program ini dirancang sangat interaktif, sehingga beberapa hal dapat dilakukan, misalnya mengontrol kondisi tegangan pada elemen struktur, mengubah dimensi batang dan mengganti peraturan perancangan tanpa harus mengulang analisis struktur. Model geometri pada SAP 2000 versi 14 terbagi menjadi 2 jenis yaitu template dan koordinat. Model geometri template digunakan apabila semua jarak adalah sama untuk sumbu X dan sumbu Y. sedangkan model geometri koordinat digunakan apabila jarak tidak sama baik dalam arah X maupun arah Z.

Pondasi

Pondasi adalah struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah, atau bagian bangunan yang terletak dibawah permukaan tanah yang mempunyai fungsi memikul beban bagian bangunan lain diatasnya.

Pondasi dibagi menjadi dua jenis, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal adalah struktur konstruksi paling bawah yang berfungsi meneruskan (mendistribusikan) beban bangunan ke lapisan tanah keras yang berada relatif dekat dengan permukaan tanah. Pondasi dikategorikan sebagai pondasi dangkal apabila memiliki kedalaman (Df) lebih kecil atau sama dengan dimensi lebar pondasi (B).

Pelat Lantai

Pelat lantai merupakan struktur bidang atau permukaan yang lurus, datar dan melengkung dengan ketebalan yang jauh lebih kecil dibanding dengan dimensi yang lain, pelat lantai juga berfungsi sebagai struktur horizontal yang menyalurkan beban

ke struktur pendukung vertikal. Pelat dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

- a. Pelat satu arah (*one way slab*) yaitu pelat yang ditahan pada sisi satu arah saja atau dua sisi pelat. Jika $L_y/L_x > 3$ perhitungan menggunakan pelat satu arah (*one way slab*).
- b. Pelat dua arah (*two way slab*) yaitu pelat yang ditahan pada kedua arah atau pada empat sisinya. Jika $L_y/L_x < 3$ perhitungan menggunakan pelat dua arah (*two way slab*).

Balok

Untuk ukuran balok secara umum ukuran ditentukan dengan perkiraan yang cukup mendekati adalah sebagai berikut:

- a. Untuk tinggi balok (h) dapat diambil $\frac{1}{10}L - \frac{1}{15}L$
- b. Untuk lebar balok (b) dapat diambil $\frac{1}{2}h - \frac{2}{3}h$

Tebal penutup beton atau selimut beton. Selimut beton sebagai pelindung tulangan terhadap cuaca dan efek lainnya diukur dari permukaan beton ke permukaan terluar baja dimana persyaratan selimut berlaku. Selimut beton juga berfungsi untuk menjamin penanaman tulangan dengan kekekatannya dengan beton.

Kolom

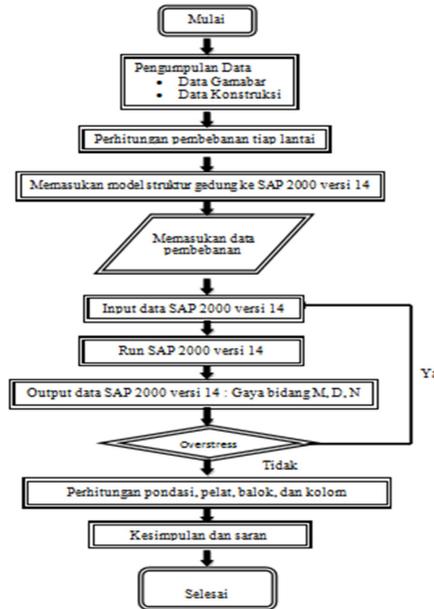
Menurut SNI 2847-2013, kolom harus direncanakan untuk memikul beban aksial terfaktor. Beban yang bekerja pada semua lantai atau atap dan momen maksimum yang berasal dari beban terfaktor pada satu bentang terdekat dari lantai atau atap yang ditinjau. Kombinasi terhadap beban aksial juga harus diperhitungkan, agar kolom aman dan layak menerima beban yang direncanakan.

Kolom adalah salah satu bagian struktur yang menahan beban aksial tekan dan momen, maka dalam perhitungan penulangan reduksi yang digunakan adalah reduksi beban tekan dengan momen yang bekerja bersamaan. Perhitungan penulangan kolom hampir sama dengan penulangan dengan tulangan rangkap.

METODOLOGI

Lokasi proyek yang sedang diambil untuk penyelesaian Tugas Akhir yaitu berada di Jalan DR. Ciptomangunkusumo, Samarinda Kalimantan Timur 75131. Adapun data struktur yang terdapat di dalam Gedung Kuliah Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Samarinda adalah sebagai berikut:

1. Mutu beton : $f'c = 25 \text{ MPa}$.
2. Mutu baja tulangan (f_y) :
 BJ 37 : $f_y = 240 \text{ Mpa}$
 BJ 55 : $f_y = 400 \text{ Mpa}$
3. Balok : 25/40, 30/50
4. Kolom : 40/40
5. Tebal Pelat : 12 cm.



Gambar 3. Diagram alir metodologi penulisan tugas akhir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembebanan

Data-data pembebanan diperoleh dari Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1987. Pada pelat lantai akan dimodelkan langsung dengan memanfaatkan *element shell* dalam SAP

2000 versi 14. *Element shell* merupakan *element* dua dimensi (luasan) atau gabungan sifat *plate* dan *membrane*. *Plate* adalah elemen luasan yang menahan gaya pada arah tegak lurus bidang pelat, sedangkan *membrane* adalah searah bidang bidang pelat.

Beban Mati (Dead Load)

Tabel 1. Hasil perhitungan beban mati dan beban hidup pada struktur

Letak	Keterangan	Beban Mati	Keterangan	Beban Hidup
		Kg/m ²		Kg/m ²
Lantai 1	Beban pada dinding	975	-	-
Lantai 2 dan 3	Beban pada dinding	975	Beban muatan pada lantai sekolah sesuai dengan PPIUG1983	250
	Beban pada pelat lantai	55,2		
Atap Dak	Beban pada pelat lantai penutup ruangan	18	Beban muatan hidup pekerja dan air pada lantai dak sesuai PPIUD 1983	100

Beban Angin (Wind Load)

Tabel 2. Hasil perhitungan beban angin

Kode	Keterangan	Beban Angin
		Kg
PA1	Angin Tekan Arah X	98,7
PA2		197,44
PB1		197,44
PB2		394,875

Beban gempa (quake load)

Tabel 3. Hasil perhitungan beban gempa

Letak	Beban Gempa	
	Arah X	Arah Y
	Ton(t)	Ton(t)
Lantai 3	5,09	10,19
Lantai 2	5,55	11,09
Lantai 1	2,84	5,68

Aplikasi ETABS 2016

Hasil dari penginputan SAP 2000 mendapatkan gaya-gaya dalam berupa besar momen tumpuan, momen lapangan, gaya geser, dan nilai As yang diperlukan.

Perhitungan Pondasi

Contoh perhitungan kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang persegi 20cm x 20cm dengan kedalaman 12m (joint 265) memiliki kapasitas dukung ijin (Qa) sebesar 56267,2 kg. dan pile dengan 4 tiang pancang memiliki kapasitas dukung kelompok tiang (Q_{ag}) sebesar 187707,38 kg.

Perhitungan Pelat Lantai

Contoh perhitungan penulangan pelat lantai kode B dan luas 3,6 m x 4,5 m (Pelat dua

arah), untuk mendapatkan hasil tulangan yang dipakai. Perhitungan penulangan pelat lantai lain akan ditampilkan pada tabel penulangan pelat lantai.

Tulangan yang digunakan:

- Tulangan lap.(arah X) Ø10 – 100 mm
- Tulangan lap. (arah Y) Ø 10 – 125 mm
- Tulangan tum.(arah X) Ø 10 – 100 mm
- Tulangan tum. (arah Y) Ø 10 – 125 mm

Perhitungan Balok

Contoh perhitungan penulangan Balokdi lantai 2 dengan ukuran 25 cm x 40 cm (frame 184). Untuk perhitungan penulangan tie beam lainnya akan ditampilkan pada tabel. Perhitungan momen tumpuan, momen lapangan, dan gaya geser didapatkan dari SAP 2000.

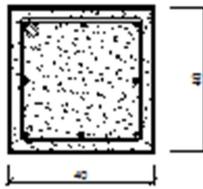
Tabel 4. Rencana Balok Persegi

Type Balok	Tumpuan	Lapangan
250 x 400		
Tul. Atas	2 D 19	2 D 19
Tul. Bawah	2 D 19	2 D 19
Tul. Tengah	2 D 13	2 D 13
Tul. Geser	Ø 10 – 100	Ø 10 – 200

Perhitungan Kolom

Contoh perhitungan penulangan kolom di lantai 1 dengan ukuran 40 cm x 40 cm (frame 549). Untuk perhitungan penulangan kolom lainnya akan ditampilkan pada tabel. Perhitungan nilai Pu, Mu, dan Vu didapatkan dari SAP 2000.

Tabel 5. Rencana Kolom

Type Kolom	Desain
400 x 400	
Tul. Pokok	SD 19
Tul. Geser Tumpuan	Ø 10 - 150
Tul. Geser Lapangan	Ø 10 - 300

KESIMPULAN

Dari hasil analisa struktur gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Samarinda

BALOK					
Lap.	Tump.	Tulangan Senggang (mm)			
		Tumpuan		Lapangan	
buah	buah	mm		mm	
2	2	Ø 10	- 100	Ø 10	- 200

menggunakan aplikasi SAP 2000 versi 14 yang mengacu pada Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1983 dan SNI 2847-2013, maka diperoleh hasil gaya-gaya dalam dan kemudian dilakukan perhitungan tulangan secara analitis, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Hasil perhitungan kapasitas dukung tiang pancang yang ditinjau, yaitu:
 - Kapasitas dukung ijin (Qa) = 56267,2 kg
 - Pile (joint 265), 4 buah tiang, nilai (Q_{ag}) yang didapat adalah 187707,38 kg
 - Pile (joint 265) (Q_{ap}) : 46926,84 kg
- Hasil perhitungan penulangan pada pelat yang ditinjau, yaitu:

Tulangan yang digunakan diameter tulangan mm ² per meter lebar pelat	Beban Mati	Beban Hidup
	Kg/m ²	Kg/m ²
Arah X Ø 10 - 100	55,2	250
Arah Y Ø 10 - 125		
Arah X Ø 10 - 100		
Arah Y Ø 10 - 125		

- Hasil perhitungan penulangan pada balok yang ditinjau, yaitu:
- Hasil perhitungan penulangan pada kolom yang ditinjau, yaitu :

KOLOM					
n	Tulangan Senggang (mm)				
	Tumpuan			Lapangan	
buah	mm			mm	
8	Ø 10	- 150	Ø 10	- 300	

DAFTAR PUSTAKA

Ariestadi, D. (2008). *Teknik Struktur Bangunan jilid 2 untuk SMK*, p.115. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
 Badan Standardisasi Nasional. (2012). *Standar Nasional Indonesia: Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa*

- Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, (SNI 1726-2012). Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Badan Standardisasi Nasional. (2013). *Standar Nasional Indonesia: Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, (SNI 2847-2013). Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Bagemann, H.K.S. (1965). *The Maximum Pulling Force on A Single Tension Pile Calculated on The Basic of Results of The Adhesion Jacked Cone*, Proc. of the 6th International conf. SMFE: Paris.
- Bowles, J.E. (1984). *Physical and Geotechnical Properties of Soils*, McGraw-Hill Book Company USA.
- Chen, W.F. & Duan, L. (ed). (1999) *Bridge Engineering: Substructure Design*, pp. 11-12. New York: CRC Press.
- DeRuiter, J. and Beringen, F.L. (1979). *Pile Foundation for Large North Sea Structures*. Amsterdam: Marine Geotechnology.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. (1983). *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG)*. Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Gideon, K.H & Vis,W.C. (1993). *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang SKSNI T-15-1991-03*, seri beton 1. Jakarta: CUR.
- Gideon, K.H & Vis,W.C. (1993). *Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03*, p.26, seri beton. Jakarta: CUR.
- Hardiyatmo, H.C. (2011). *Analisa dan Perencanaan Fondasi II*. Edisi Kedua. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hoedajanto, D. (2005). *Hubungan Tegangan-Regangan dari Beton dan Baja Tulangan*. Bandung: Penerbit ITB.
- Imran, I. (2010). *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Berdasarkan SNI 03-2847-2002*. Bandung: Penerbit ITB.
- Nasution, A. (2009). *Analisis dan Desain Struktur Beton Bertulang*. Bandung: Penerbit ITB.
- Reese, L.C. and O'Neill, M.W. (1989). *New Design Method for Drilled Shaft From Common Soil and Rock Tests*, Foundation Eng. Current Principles and Practices. Netherlands.
- Schmertmann, K and Nottingham. L. (1975). *An Investigation of Pile Design Procedures*, Final Report D629 to Florida Dept. of Transportation, Dept. of Civil Engineer, University of Florida.