

ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR SILO BETON PRATEKANAN
DENGAN BANTUAN PROGRAM SAP2000
(STUDI KASUS : PEMBANGUNAN SILO BETON PT SEMEN HATURAJA)

#1
Syil
20012



TUGAS AKHIR

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

Oleh:

JOHANNES DENNO DWIKA SINAGA

03301041079

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2012

Reg: 22639

625.807
Sin
a
c.1 → 130662
2012



**ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR SILO BETON PRATEGANG
DENGAN BANTUAN PROGRAM SAP2000
(STUDI KASUS : PEMBANGUNAN SILO BETON PT SEMEN BATURAJA)**



TUGAS AKHIR

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

Oleh:

JOHANNES DEDIO DWIKA SINAGA

03081001079

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2012

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : JOHANNES DEDIO DWIKA SINAGA

NIM : 03081001079

JURUSAN : TEKNIK SIPIL

**JUDUL : ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR SILO BETON
PRATEGANG DENGAN BANTUAN PROGRAM SAP2000
(STUDI KASUS : PEMBANGUNAN SILO BETON PT SEMEN
BATURAJA)**

Inderalaya, Desember 2012

Ketua Jurusan,



Ir. H. Yakni Idris, MSc, MSCE

NIP. 195812111987031002

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

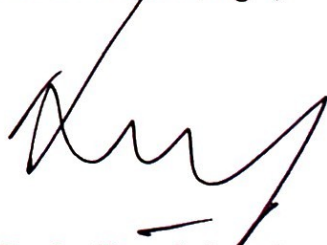
NAMA : JOHANNES DEDIO DWIKA SINAGA

NIM : 03081001079

JURUSAN : TEKNIK SIPIL

**JUDUL : ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR SILO BETON
PRATEGANG DENGAN BANTUAN PROGRAM SAP2000
(STUDI KASUS : PEMBANGUNAN SILO BETON PT SEMEN
BATURAJA)**

Dosen Pembimbing 1,

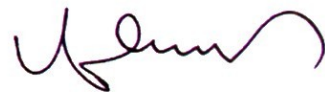


Dr. Ir. Hanafiah, MS

NIP. 195603141985031020

Inderalaya, Desember 2012

Dosen Pembimbing 2,



Ir. H. Yakni Idris, MSc, MSCE

NIP. 195812111987031002

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PENGAJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

**NAMA : JOHANNES DEDIO DWIKA SINAGA
NIM : 03081001079
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR SILO BETON
PRATEGANG DENGAN BANTUAN PROGRAM SAP2000
(STUDI KASUS : PEMBANGUNAN SILO BETON PT SEMEN
BATURAJA)**

Inderalaya, Desember 2012
Pemohon,

Johannes Dedio Dwika Sinaga

NIM. 03081001079

ABSTRAK

Silo merupakan suatu struktur bangunan non gedung yang menerima beban utama berupa tekanan material pengisi yang ditampung. Perencanaan struktur yang efisien dimulai dengan penentuan nilai tekanan statik material pengisi yang mendekati kondisi aktual. Adapun penambahan faktor pembesar beban dalam pertimbangan terhadap kondisi beban saat pengisian maupun pengosongan muatan harus tetap memberikan hasil yang konservatif agar perencanaan struktur tidak berlebihan (*overdesigned*). Tugas Akhir ini membahas tentang perencanaan struktur silo beton prategang dimana analisa struktur dilakukan dengan metode elemen hingga melalui program SAP2000. Tahapan-tahapan dalam penulisan meliputi studi literatur, pengumpulan data sekunder, perencanaan pembebanan, serta perhitungan perencanaan struktur silo yang dimulai dengan penentuan kebutuhan gaya prategang pada dinding yang menerima tekanan lateral dan dilanjutkan dengan perencanaan penulangan baja konvensional disepanjang dinding silo. Penggunaan kabel prategang menuntut pemilihan mutu beton tinggi dikarenakan gaya prategang yang juga akan menjadi beban bagi dinding silo. Oleh sebab itu, dalam perencanaannya, struktur silo harus dipertimbangkan terhadap berbagai kondisi pembebanan terutama pada saat gaya prategang bernilai maksimum sebaliknya tekanan material pengisi bernilai minimum.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisis Perencanaan Struktur Silo Beton Prategang Dengan Bantuan Program SAP2000 (Studi Kasus : Pembangunan Silo Beton PT Semen Baturaja”. Penulisan tugas akhir ini ditujukan untuk memenuhi persyaratan akademik dalam menyelesaikan studi Strata-1 pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan penulis baik dalam hal pengetahuan maupun teknik pemaparan materi yang dibahas. Oleh karena itu, dengan terbuka dan senang hati penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun dan berguna bagi penyempurnaan tugas akhir ini.

Selama proses penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini, penulis tidaklah sendiri melainkan berada diantara orang – orang yang tersayang dan semua pihak yang telah memberikan bantuan baik secara materiil maupun moril sehingga api semangat kian berkobar dalam hati dan pikiran penulis. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Hanafiah, MS selaku dosen pembimbing pertama, yang telah banyak memberikan arahan mengenai pokok bahasan, tujuan, metodologi, sumber referensi, dan tata penulisan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. H. Yakni Idris, MSc, M.S.C.E selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan dosen pembimbing kedua, yang banyak membantu dalam hal analisa struktur dengan bantuan program SAP2000.
3. Bapak Ir. Rozirwan, selaku dosen pembimbing tambahan yang banyak memberikan pendekatan filosofi terhadap perilaku struktur yang ditinjau, sehingga analisis menjadi lebih bermakna.
4. Pihak PT Semen Baturaja yang diwakili oleh Pak Yose, Kak Fahmi, dan Kak Puput, atas segala keramahannya memberikan data sekunder yang diperlukan dalam laporan, pengetahuan seputar bangunan pabrik yang hendak ditinjau, dan akses meninjau langsung lokasi proyek.

5. Pihak PT Bita Enarcoon Engineering, Bandung, yang diwakili oleh Bang Erwin Siagian dan Ibu Eulis Galih, selaku konsultan perencanaan, atas ilmu, bimbingan dan waktu yang telah diberikan kepada penulis.
6. Keluarga besar penulis, L.S. Sinaga *big fams* dan Djafar A *big fams*, Papi, Mami, Abang, Welly, dan Ninang, atas segala pertanyaan tipikal “kapan tamat?”, sehingga membuat adrenalin penulis terpacu untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih telah mendukung apa pun dengan penuh cinta kasih demi masa depan penulis yang gemilang.
7. Tita Sylvia Rachma, selaku kekasih hati penulis, atas keberadaannya di sisi dalam suka maupun duka, tempat bersandar di kala lelah, memberikan semangat tersendiri bagi penulis.
8. Teman seperjuangan sependeritaan, Irawan, H (1989) ; Alfuady, F (1991) yang telah berbagi kepedihan selama menjalani proses penyelesaian tugas akhir, saling mengajari satu sama lain walaupun belum tentu benar.
9. Mahasiswa Penyus Penerima Bangsa, teman – teman terbaik penulis, Ijan, Edo, Tile, Fahmi, Pandu, Jon, Kuyung, Numi, Dika atas segala support, damage aura, brilliance aura, devotion aura, lifesteal aura, armor, serta HP dan mana regen sehingga penulis bisa RAMPAGE berkat kalian. Nice bro.
10. Teman – teman Teknik Sipil Angkatan 2008 dan seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis berharap agar penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat dan berguna bagi banyak pihak demi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi baik untuk sekarang maupun di masa mendatang.

Palembang, Desember 2012

Penulis

DAFTAR ISI



	Halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Halaman Persetujuan.....	iii
Halaman Pengajuan.....	iv
Abstrak.....	v
Kata Pengantar.....	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Lampiran.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penulisan.....	2
1.4 Ruang Lingkup Pembahasan.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Umum.....	4
2.2 Pembebanan.....	5
2.2.1 Teori Janssen.....	5
2.2.2 Teori Reimbert.....	7
2.2.3 Ketentuan ACI 313-97.....	9
2.3 Silo Beton Prategang.....	11
2.3.1 Tinjauan Umum Beton Prategang.....	11
2.3.2 Prinsip Dasar Beton Prategang.....	14
2.3.3 Sistem Pasca tarik.....	17
2.3.4 Kehilangan Gaya Prategang.....	18
2.3.5 Tendon Pada Silo Beton Prategang.....	20

	2.5 Perencanaan Dinding.....	22
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
	3.1 Studi Literatur.....	24
	3.2 Pengumpulan Data.....	24
	3.3 Perencanaan Pembebanan.....	24
	3.4 Perencanaan Struktur.....	25
	3.4.1 Analisa Prilaku Material Pengisi Terhadap Dinding.....	25
	3.4.2 Input Beban Material Pengisi Pada Permodelan Struktur.....	26
	3.4.3 Analisa Kebutuhan Gaya prategang.....	29
	3.4.4 Input Beban Kondisi I Pada Permodelan dan Kontrol Tegangan Beton.....	29
	3.4.5 Input Beban Kondisi II Pada Permodelan dan Kontrol Tegangan Beton.....	30
	3.4.6 Perencanaan Beban Gempa Statik Ekuivalen.....	30
	3.4.7 Input Beban Kondisi III Pada Permodelan dan kontrol Tegangan Beton.....	31
	3.4.8 Perencanaan Penulangan Dinding.....	31
	3.5 Analisa Hasil dan Perbandingan.....	31
	3.6 Kesimpulan dan Saran.....	31
BAB IV	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
	4.1 Data Umum Perencanaan.....	33
	4.1.1 Material Beton.....	33
	4.1.2 Material Baja Tulangan.....	33
	4.1.3 Material Beton Prategang.....	33
	4.1.4 Material Baja Prategang.....	34
	4.1.5 Dimensi Struktur Silo.....	34
	4.2 Analisa Tegangan Akibat Beban Tetap.....	35
	4.2.1 Penentuan Overpressure Factor (Cd).....	35
	4.2.2 Perhitungan Tekanan Material Pada Dinding Silo.....	38
	4.2.3 Permodelan Struktur Silo.....	41

4.3 Perhitungan Kabel Prategang.....	46
4.3.1 Analisa Kehilangan Gaya Prategang.....	47
4.3.2 Perhitungan Kebutuhan Gaya Prategang.....	51
4.4 Analisa Tegangan Beton Prategang.....	54
4.4.1 Analisa Tegangan Transfer Akibat Gaya Prategang.....	54
4.4.2 Analisa Tegangan Akibat Beban Tetap.....	58
4.4.3 Analisa Tegangan Akibat Beban Tetap dan Beban Sementara.....	62
4.5 Perhitungan Penulangan Dinding Silo.....	72
4.5.1 Penulangan Arah Vertikal.....	73
4.5.2 Penulangan Arah Horizontal.....	84
4.5.3 Analisa Hasil dan Perbandingan.....	94
 BAB V	
KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	96
5.2. Saran.....	97

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Potongan memanjang berbagai tipe silo.....	4
Gambar 2.2.	Keseimbangan gaya pada dinding silo.....	5
Gambar 2.3.	Grafik tekanan statik lateral pada dinding silo.....	7
Gambar 2.4.	Potongan lapisan material untuk turunan persamaan Reimbert.....	8
Gambar 2.5.	Kurva tegangan lateral dan vertikal serta gesekan dinding.....	9
Gambar 2.6.	Penampang beton bertulang.....	11
Gambar 2.7.	Tegangan pada beton akibat gaya prategang dan beban.....	14
Gambar 2.8.	Penempatan baja prategang dan baja tulangan pada beton.....	15
Gambar 2.9.	Beban merata pada beton akibat gaya prategang.....	16
Gambar 2.10	Sistem pasca tarik (<i>post-tensioning</i>) pada beton prategang.....	17
Gambar 2.11	Kehilangan gaya prategang berdasarkan waktu.....	19
Gambar 2.12	Tipikal penempatan tendon prategang.....	20
Gambar 2.13	Detil penulangan <i>pilasters (buttress)</i> tendon prategang.....	21
Gambar 2.14	Dimensi silo untuk perhitungan tegangan pada dinding.....	23
Gambar 2.15	Daerah tarik efektif “A” untuk perhitungan lebar retakan.....	23
Gambar 3.1	Dimensi struktur silo rencana.....	26
Gambar 3.2	Permodelan 3 dimensi struktur silo.....	27
Gambar 3.3	Tampilan <i>circumference</i> dinding silo.....	27
Gambar 3.4	Input tekanan lateral material pada dinding.....	28
Gambar 3.5	Input tekanan vertikal material pada dasar silo.....	28
Gambar 3.6	Input gaya friksi material pengisi pada dinding.....	29
Gambar 3.7	Input gaya prategang pada dinding silo.....	30
Gambar 3.8	Diagram alir penulisan.....	32
Gambar 4.1	Sketsa potongan memanjang silo dan batas permukaan material....	36
Gambar 4.2	Grafik penentuan besar <i>overpressure factor</i> pada dinding silo.....	37
Gambar 4.3	Pembagian nilai <i>overpressure factor</i> pada dinding silo.....	38
Gambar 4.4	Permodelan tiga dimensi struktur silo pada program SAP2000.....	44
Gambar 4.5	Tampilan <i>extrude</i> struktur silo pada program SAP2000.....	44
Gambar 4.6	Input beban p_{des} pada dinding silo.....	45
Gambar 4.7	Input beban q_{des} pada pelat lantai silo.....	45

Gambar 4.8	Input gaya friksi pada setiap nodal dinding silo.....	46
Gambar 4.9	Input gaya prategang pada dinding silo.....	55
Gambar 4.10	Output diagram gaya F11 pada dinding silo.....	55
Gambar 4.11	Output diagram gaya F11 pada dinding silo.....	59
Gambar 4.12	Output diagram momen M11 pada dinding silo.....	59
Gambar 4.13	Respon spektrum gempa rencana.....	66
Gambar 4.14	Input gaya gempa statik ekuivalen pada dinding silo.....	68
Gambar 4.15	Output diagram gaya F11 pada dinding silo.....	68
Gambar 4.16	Output diagram momen M11 pada dinding silo.....	69
Gambar 4.17	Dinding yang menahan beban axial dan momen vertikal.....	74
Gambar 4.18	Diagram tegangan dan regangan beton pada dinding vertikal.....	75
Gambar 4.19	Dinding yang menahan beban axial dan momen horizontal.....	86
Gambar 4.20	Diagram tegangan dan regangan beton pada dinding horizontal....	87

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Tegangan izin maksimum pada beton (pada beban kerja, setelah Kehilangan gaya prategang).....	14
Tabel IV.1	Nilai overpressure factor untuk tiap pembagian lapisan material pengisi.....	37
Tabel IV.2	Tekanan material pengisi terhadap dinding atas silo.....	42
Tabel IV.3	Gaya friksi pada dinding silo.....	43
Tabel IV.4	Rekapitulasi perhitungan kehilangan gaya prategang.....	51
Tabel IV.5	Kebutuhan tendon prategang pada setiap elevasi dinding silo.....	52
Tabel IV.6	Tegangan radial pada dinding silo akibat gaya prategang (saat transfer).....	53
Tabel IV.7	Tegangan radial pada dinding silo akibat gaya prategang (keadaan servis).....	53
Tabel IV.8	Output gaya dalam <i>area shell</i> nomor 199.....	56
Tabel IV.9	Output gaya dalam <i>area shell</i> nomor 128.....	57
Tabel IV.10	Output gaya dalam <i>area shell</i> nomor 235.....	60
Tabel IV.11	Output gaya dalam <i>area shell</i> nomor 128.....	61
Tabel IV.12	Berat struktur per elevasi dinding silo.....	65
Tabel IV.13	Gaya gempa horizontal per elevasi dinding silo.....	67
Tabel IV.14	Output gaya dalam <i>area shell</i> nomor 572.....	69
Tabel IV.15	Output gaya dalam <i>area shell</i> nomor 108.....	70
Tabel IV.16	Perbandingan penggunaan tulangan vertikal.....	94
Tabel IV.17	Perbandingan penggunaan tulangan horizontal.....	94
Tabel IV.18	Persentase luasan penampang baja tulangan vertikal.....	95
Tabel IV.19	Persentase luasan penampang baja tulangan horizontal.....	95

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Gambar – gambar *detail engineering design*
- Lampiran 2 : foto – foto dokumentasi konstruksi
- Lampiran 3 : Contoh output program SAP2000
- Lampiran 4 : Surat – surat pelaksanaan tugas akhir

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan semakin maraknya perkembangan sektor properti atau pemukiman dan sektor konstruksi yaitu pembangunan sarana dan prasarana maka kebutuhan akan semen akan semakin meningkat. Pertumbuhan konstruksi yang mencapai kisaran di atas 7% telah mendorong pertumbuhan konsumsi semen nasional yang sangat signifikan. Tahun 2011 pertumbuhan konsumsi semen mencapai 10% atau naik separuh dari tahun 2010 yang mencapai 5%-7%. Dengan adanya peningkatan kebutuhan semen sekitar 3%-5% per tahun, diperlukan pasokan semen sekitar 40 juta ton/tahun (sumber : detik.com 2011). Jika industri semen Indonesia tidak melakukan penambahan kapasitas industri dengan mendirikan pabrik semen baru atau mengembangkan pabrik semen yang telah ada maka dikhawatirkan tidak sampai 10 tahun kedepan Indonesia akan mengalami *shortage* atau kelangkaan semen.

PT Semen Baturaja sebagai produsen semen asal Sumatera Selatan merupakan salah satu produsen semen yang menanggapi permintaan pasar tersebut dengan mengembangkan diri dalam upaya meningkatkan kapasitas produksi pabrik berupa penambahan komponen dan mesin-mesin fabrikasi semen yang baru. Dengan adanya penambahan komponen dan mesin produksi ini maka dituntut pula pembangunan infrastruktur berupa bangunan penunjang yang terdiri atas *mill building*, *cement silo*, dan *packing plant*. Ketiga bangunan ini masing-masing memiliki fungsi yang berbeda dalam urutan produksi.

Cement silo, yaitu bangunan berupa struktur dinding beton bertulang berbentuk silinder merupakan salah satu bangunan yang berperan penting sebagai tempat penyimpanan sementara semen produksi dalam jumlah besar. Sebagai bangunan khusus, silo memiliki elemen struktur utama yang berbeda dari bangunan hunian pada umumnya. Perencanaan tebal dinding, pemilihan baja tulangan dan mutu beton tinggi, serta penggunaan kabel prategang diharapkan mampu menahan beban tetapi tetap ekonomis sehingga dalam perencanaannya dituntut pemahaman terhadap pembebanan serta mekanisme gaya-gaya dalam yang terjadi.

Oleh karena itu, dalam tugas akhir ini akan dibahas perencanaan ulang dimensi *cement silo* yang diharapkan dapat menahan seluruh beban secara efektif dan efisien.



1.2 Rumusan Masalah

Melalui permasalahan yang terlihat di lapangan didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pembebanan yang terjadi pada struktur silo dan mekanisme gaya-gaya dalam yang terjadi akibat beban luar.
2. Bagaimana merencanakan struktur silo yang kuat terhadap gaya-gaya yang bekerja tetapi tetap ekonomis.

1.3 Maksud dan Tujuan Penulisan

Maksud dan tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Untuk mengetahui dan mempelajari pembebanan yang terjadi pada struktur silo serta memahami mekanisme reaksi gaya-gaya dalam.
2. Untuk mendapatkan dimensi struktur silo serta penulangan yang efektif dan aman terhadap beban-beban yang bekerja.
3. Membandingkan hasil perencanaan sendiri dengan hasil perencanaan yang ada di lapangan.

1.4 Ruang Lingkup Penulisan

1. Pembahasan hanya dilakukan pada kasus pembangunan struktur atas *cement silo* pada pabrik PT. Semen Baturaja.
2. Perencanaan dan analisis struktur dibantu dengan menggunakan program SAP 2000.
3. Tidak turut menganalisis elemen struktur sekunder seperti *cone* baja, pelat dan rangka penutup atap.
4. Sifat fisik material pengisi silo tidak diperoleh melalui percobaan di laboratorium melainkan dari tabel – tabel praktis.
5. Data pembebanan yang digunakan adalah data pembebanan standar.
6. Tidak memasukan pengaruh tegangan thermal dalam perhitungan.
7. Tidak meninjau aspek pelaksanaan di lapangan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini disusun menjadi 5 bab dengan uraian sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini, dibahas mengenai latar belakang disertai rumusan masalah, maksud dan tujuan, ruang lingkup penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pembahasan mengenai landasan teori umum mengenai struktur silo , jenis-jenis silo, serta analisa perencanaan struktur silo.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini, dijelaskan tahapan-tahapan penyusunan laporan, yang terdiri dari studi literatur, pengumpulan data, urutan perencanaan struktur, pengolahan dan metode analisis data.

BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pembahasan dan perhitungan mengenai sistem perencanaan struktur silo yang digunakan.

BAB V. PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran-saran dari hasil analisis perencanaan struktur silo.

DAFTAR PUSTAKA

- Dipohusodo, I. *Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta, 1994.
- Naaman, A.E. *Prestressed Concrete Analysis and Design Fundamentals*. McGraw-Hill Book Company. New York, 1982.
- Safarian, S.S., dan Harris, E.C. *Design and Construction of Silos and Bunkers*. Van Nostrand Reinhold Company. New York, 1985.
- ACI Committee 313 (1997). *Standard Practice for Design and Construction of Concrete Silos and Stacking Tubes for Storing Granular Material (ACI 313-97) and Commentary (ACI 313R-97)*, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
- ACI Committee 373 (1997). *Design and Construction of Circular Prestressed Concrete Structures with Circumferential Tendons (ACI 373R-97)*, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
- Badan Standarisasi Nasional (2002a). *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002)*. BSN. Jakarta, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional (2002b). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)*. BSN. Jakarta, Indonesia.
- Chen, J.F., Yu, S.K., Ooi, J.Y., Rotter, J.M., *Finite Element Modeling of Filling Pressure in A Full Scale Silo*, Journal of Engineering Mechanics, ASCE, Vol. 127, pp 1058-1066, October 2001.
- Dogangun, A., Karaca, Z., Durmus, A., Sezen, H., *Cause of Damage and Failures in Silo Structures*, Journal of Performance of Constucted Facilities, ASCE, Vol. 23, pp 65-71, April 2009.