

**OPTIMASI DESAIN PAD BETON UNTUK STRUKTUR SILO
KALENG**

(Studi kasus di PT Indofood Bogasari Flour Mills)

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik



ANGGA KARNAWAN

1222914003

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS BAKRIE

JAKARTA

2025

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri, dan
semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Angga Karnawan

NIM : 1222914003

Tanda Tangan : 

Tanggal : Agustus 2025

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Angga Karnawan

NIM : 1222914003

Program Studi : Teknik Sipil

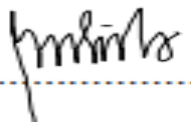
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer

Judul Skripsi : Optimasi Desain Pad Beton untuk Struktur Silo Kaleng
(Studi kasus di PT Indofood Bogasari Flour Mills)

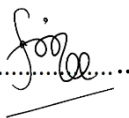
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie

DEWAN PENGUJI

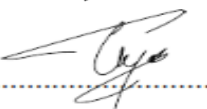
Pembimbing 1 : Dr.Ir. Budianto Ontowirjo, MSc.

(..........)

Penguji 1 : Fatin Adriati, S.T.,M.T

(..........)

Penguji 2 : Leonardus Setia Budi Wibowo,ST.,M.T.,Ph.D

(..........)

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : Agustus, 2025

UNGKAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah- Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Optimasi Desain Pad Beton untuk Struktur Silo Kaleng (Studi kasus di PT Indofood Bogasari Flour Mills)**. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat kelulusan bagi mahasiswa dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Ir. Sofia W. Alisjahbana, M.Sc., Ph.D selaku Rektor Universitas Bakrie;
2. Ibu Fatin Adriati S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie;
3. Bapak Dr.Ir. Budianto Ontowirjo, MSc. selaku pembimbing 1 yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
4. Untuk tugas akhir yang disusun oleh penulis, Ibu Fatin Adriati S.T., M.T dan Bapak Leonardus Setia Budi Wibowo,ST.,M.T., Ph.D., adalah penguji yang telah memberikan masukan dan perbaikan;
5. Bapak dan ibu dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang sangat bermanfaat kepada penulis sehingga membantu penulis dalam menyelesaikan perkuliahan ini;
6. PT. Indofood Sukses Makmur.Tbk divisi Bogasari Flour Mills. yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data pendukung yang saya perlukan;
7. Kedua orang tua saya bapak Sukarno dan ibu Sri Wahyuningsih., Istri Ulfa Shufi, Anak tercinta Raka Hamizan K. (yang selalu menjadi penyemangat dalam segala situasi), yang selalu memberikan dukungan semangat dan doa untuk penulis dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini;
8. Rekan – rekan S1 teknik sipil kelas karyawan D3 angkatan 18 dan 19 yang selalu membantu dalam susah ketika perkuliahan serta selalu memberikan semangat dan motivasi dalam perkuliahan serta penyusunan penyusunan Tugas Akhir ini;
9. Semua pihak yang telah membantu terselesainya Tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan, untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun senantiasa penulis harapkan dari semua pihak. Akhirnya besar harapan penulis, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Jakarta, Agustus 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. M. P.' with a stylized flourish at the end.

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Angga Karnawan
NIM : 1222914003
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

OPTIMASI DESAIN PAD BETON UNTUK STRUKTUR SILO KALENG

(Studi kasus di PT Indofood Bogasari Flour Mills)

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : Agustus 2025

Yang Menyatakan



Angga Karnawan

OPTIMASI DESAIN PAD BETON UNTUK STRUKTUR SILO KALENG (STUDI KASUS DI PT INDOFOOD BOGASARI FLOUR MILLS)

Angga Karnawan¹

ABSTRAK

Perusahaan PT. Indofood Sukses Makmur Tbk Divisi Bogasari Flour Mills merupakan perusahaan yang bergerak dibidang agribisnis, sebagai produsen yang menghasilkan produk berupa tepung, by product dan pasta. Pada tahun 2023 lalu PT. Indofood Sukses Makmur Tbk Divisi Bogasari Flour Mills telah membangun tempat penyimpanan atau silo yang berkapasitas 2800 Ton untuk 1 silonya. Perumusan masalah yang akan dibahas adalah pengaruh desain existing dan desain optimalisasi terhadap gaya geser, periode struktur, dan displacement. Tujuan yang dapat dicapai adalah mengetahui pengaruh dan perbandingan dari desain struktur existing dan optimasi sehingga dapat menjadi referensi apabila ada pekerjaan dengan desain yang serupa.

Metode penelitian dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data, pemodelan struktur existing, analisa pemodelan existing dengan bantuan program SAP2000, penentuan dimensi baru untuk struktur optimalisasi, pemodelan struktur optimasi dengan program SAP2000, analisa struktur optimasi, analisa perbandingan struktur existing dengan struktur optimasi.

Optimasi desain pad silo beton menyebabkan kekakuan struktur berkurang, yang bisa dilihat dari peningkatan nilai periode getar struktur optimasi meningkat sekitar 25,51%. Terjadi penurunan yang signifikan dalam gaya geser bangunan optimasi yang berkisar 21,08% sampai sekitar 30,45%. Meskipun demikian desain optimasi masih dikategorikan aman dan dengan menggunakan material yang sesuai dan optimal. sehingga dapat menjadi referensi untuk desain struktur silo dengan kapasitas yang serupa terutama untuk wilayah rawan gempa seperti Indonesia, terlebih khusus di wilayah Jakarta .

Kata Kunci : Silo Kaleng, Pad Beton Silo, Desain Optimalisasi, Periode Getar Struktur, Gaya Geser Silo, Displacement, *Respon spektrum analysis*

OPTIMIZATION OF CONCRETE PAD DESIGN FOR STEEL SILO STRUCTURES (CASE STUDY AT PT INDOFOOD BOGASARI FLOUR MILLS)

Angga Karnawan¹

ABSTRACT

PT. Indofood Sukses Makmur Tbk – Bogasari Flour Mills Division is a company engaged in agribusiness, serving as a producer of flour, by products and pasta. In 2023, PT Indofood Sukses Makmur Tbk – Bogasari Flour Mills Division constructed a storage facility (silo) with a capacity of 2800 tons per unit. The problem formulation addressed in this study concerns the effect of existing design and the optimized design on shear force, structural period and displacement. The objective is to determine the influence and comparison between the existing structural design and the optimized design, so that result may serve as a reference for projects with similar design characteristics.

The research method involved collecting relevant data, modeling the existing structure, analyzing the existing structure model using SAP2000 software, determining new dimensions for the optimized structure, modeling the optimized structure using SAP2000, conducting structural analysis for the optimized model and performing a comparative analysis between the existing structure and the optimized structure.

Optimization of the concrete silo pad design causes a reduction in structural stiffness, which can be seen from the increase in the vibration period value of the optimized structure increasing by approximately 25.51%. There was a significant decrease in the shear force of the optimized building ranging from 21.08% to approximately 30.45%. Nevertheless, the optimized design is still categorized as safe and uses appropriate and optimal materials. so it can be a reference for the design of silo structures with similar capacities, especially for earthquake-prone areas such as Indonesia, especially in the Jakarta area.

Keywords : *Steel Silo, Concrete Silo Pad, Optimized Design, Natural Period of Structure, Shear Force on the Silo Structure, Displacement, Respon spektrum analysis*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Silo.....	7
- 2.1.1 Pertimbangan Desain.....	10
- 2.1.2 Sifat Material yang disimpan	11
- 2.1.3 Beban silo dari material pengisi	13
- 2.1.4 Perhitungan Tekanan Statis Lateral dan Vertikal	14
2.2 Struktur Pad Beton Silo	17
- 2.2.1 Pelat Lantai.....	17
- 2.2.2. Analisis Kekuatan Pelat Lantai	17
- 2.2.3. Pemeriksaan Lendutan Pelat	19

2.3 Kolom	19
- 2.3.1 Pemeriksaan Dimensi dan Tulangan utama	20
2.4 Tinjauan Struktur Silo berdasarkan SNI 1726-2019	21
2.5 Perencanaan Pembebanan.....	26
- Beban Mati atau Berat Sendiri :	26
- Beban Mati Tambahan (<i>Superimposed Dead Load</i>)	26
- Beban Hidup	26
- Beban Angin.....	26
- Beban Gempa	26
2.6 Program SAP 2000	39
2.6.1 Pengertian SAP 2000	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	50
3.1 Diagram Alir Penyelesaian Tugas Akhir	50
3.2 Pengumpulan Data dan Studi Literatur	51
- 3.2.1 Studi Literatur.....	51
- 3.2.2 Pengumpulan Data	51
- 3.2.2 Data Situs Kelas Tanah	57
3.3 Pemodelan Struktur	59
BAB IV ANALISIS PERANCANGAN	74
4.1 Pembebanan	74
4.2 Analisa Struktur Existing.....	80
4.3 Analisa Struktur yang telah di Optimalisasi	93
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	114
5.1. Kesimpulan	114
5.2. Saran	116
DAFTAR PUSTAKA.....	118

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 2 Silo dengan beton dan baja	2
 Gambar 2. 1 Perbandingan Jenis Silo beton dan Silo Baja atau kaleng	8
Gambar 2. 2 Silo dengan Dinding Baja dan Pad silo (Plat dan Kolom) beton	9
Gambar 2. 3 Pembebanan pada dinding silo.....	14
Gambar 2. 4 Persamaan Reimbert dan Janssen untuk Silo.....	14
Gambar 2. 5 Nilai Faktor Cd (Safarian dan Harris, 1970).....	16
Gambar 2. 6 Parameter gerak tanah (Ss) wilayah Indonesia untuk periode 0,2 detik (SNI 1726-2019)	31
Gambar 2. 7 Parameter gerak tanah (S1) wilayah Indonesia untuk periode 0,2 detik (SNI 1726-2019).....	31
Gambar 2. 8 Klasifikasi Situs (SNI 1726-2019).....	32
Gambar 2. 9 Spektrum respons desain (SNI 1726-2019)	37
Gambar 2. 10 Program SAP2000.....	40
 Gambar 3. 1 Diagram alir penyelesaian Tugas Akhir.....	50
Gambar 3. 2 Lokasi Area PT ISM Bogasari Flour Mills.....	53
Gambar 3. 3 Visualisasi Terrain PT ISM Bogasari Flour Mills.....	53
Gambar 3. 4 Layout Area Silo PT ISM Bogasari Flour Mills.....	54
Gambar 3. 5 Layout Silo PT ISM Bogasari Flour Mills.....	54
Gambar 3. 6 Potongan Memanjang Silo PT ISM Bogasari Flour Mills.....	55
Gambar 3. 7 Layout Kolom Silo PT ISM Bogasari Flour Mills.....	55
Gambar 3. 8 Layout Pelat Silo PT ISM Bogasari Flour Mills.....	56
Gambar 3. 9 Potongan Kolom dan Pelat Silo PT ISM Bogasari Flour Mills.....	56
Gambar 3. 10 Input Grid didalam SAP2000.....	60
Gambar 3. 11 Input material properties didalam SAP2000.....	61
Gambar 3. 12 Input Frame properties didalam SAP2000.....	62
Gambar 3. 13 Input Joint Restraint didalam SAP2000.....	62
Gambar 3. 14 Memodelkan struktur kolom dan Plat lantai didalam SAP2000.....	63

Gambar 3. 15 Input beban Superimposed Dead Load (SDL) untuk lantai pada program SAP2000.....	65
Gambar 3. 16 Input beban hidup atau Live Load (LL) untuk lantai pada program SAP2000.....	66
Gambar 3. 17 Input beban angin atau Wind Load arah X dan arah Y.....	66
Gambar 3. 18 Respons Spektrum Bangunan Berdasar SNI 1726-2019 di SAP2000.	67
Gambar 3. 19 Nilai R, Cd, Ω_0 Berdasar SNI 1726-2019 di SAP2000.....	67
Gambar 3.20 Kategori Risiko Bangunan Struktur Berdasarkan SNI 1726-2019.....	68
Gambar 3. 21 Faktor R, Cd, Ω_0 Untuk Sistem Penahan Gaya Gempa SNI 1726-2019.....	69
Gambar 4. 1 Pengaruh Angin pada Dinding.....	76
Gambar 4. 2 Nilai Parameter Gerak Tanah (Ss)	77
Gambar 4. 3 Nilai Parameter Gerak Tanah (S1).....	78
Gambar 4. 4 Koefisien Situs Fv	78
Gambar 4. 5 Koefisien Situs Fa	79
Gambar 4. 6 Grafik Respon Spektrum.....	80
Gambar 4. 7 Interaction Ratio kolom di SAP 2000	81
Gambar 4. 8 Identifikasi All Failure kolom di SAP 2000	82
Gambar 4. 9 Skala faktor dalam SAP 2000 arah X dan Y.....	87
Gambar 4. 10 Faktor skala pembesaran di arah X= 6,131 x 2,22.....	88
Gambar 4. 11 Faktor skala pembesaran di arah Y= 6,131 x 2,08.....	89
Gambar 4. 12 Grafik Perpindahan Gempa arah X dan Y pada Struktur Existing	91
Gambar 4. 13 Interaction Ratio kolom setelah Optimalisasi di SAP 2000.....	94
Gambar 4. 14 Identifikasi All Failure setelah Optimalisasi di SAP 2000	95
Gambar 4. 15 Skala faktor dalam SAP 2000 arah X dan Y	100
Gambar 4. 16 Faktor skala pembesaran di arah X= 6,131 x 1,94.....	101
Gambar 4. 17 Faktor skala pembesaran di arah Y= 6,131 x 1,96.....	102
Gambar 4. 18 Grafik Perpindahan Gempa arah X dan Y pada Struktur.....	104
Gambar 4. 19 Grafik P-M-M Ratio di SAP 2000 pada Struktur Existing	106
Gambar 4. 20 Grafik Periode Struktur dalam Program SAP 2000,	107
Gambar 4. 21 Grafik Perbandingan Gaya Geser X dan Y dalam Program.....	108

Gambar 4. 22	Grafik Perbandingan Gaya Geser X pada Desain Existing	109
Gambar 4. 23	Grafik Perbandingan Gaya Geser Y pada Desain Existing	109
Gambar 4. 24	Grafik Perbandingan Gaya Geser X pada Desain Existing	110
Gambar 4. 25	Grafik Perbandingan Gaya Geser Y pada Desain Existing	110
Gambar 4. 26	Grafik Perbandingan Perpindahan Gempa arah X	112

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Desain tipikal properti material granular (Safarian dan Haris, 1970).....	11
Tabel 2. 2	Desain tipikal properti material granular (Safarian dan Haris, 1970),.....	12
Tabel 2. 3	Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa struktur lainnya.	27
Tabel 2. 4	Faktor keutamaan gempa (SNI 1726-2019).....	30
Tabel 2. 5	Faktor R, Cd, Ω_0 Untuk Sistem Penahan Gaya (SNI1726-2019)	30
Tabel 2. 6	Koefisien Situs, Fa (SNI 1726-2019)	33
Tabel 2. 7	Koefisien Situs, Fv (SNI 1726-2019)	34
Tabel 2. 8	Kategori desain seismik berdasarkan parameter	35
Tabel 2. 9	Kategori desain seismik berdasarkan Parameter	36
Tabel 2. 10	Grand Theory - Variabel Penelitian.....	44
Tabel 3. 1	Ukuran Struktur kolom existing	57
Tabel 3. 2	Ukuran Struktur Plat existing	57
Tabel 3. 3	Data N-SPT Tanah.....	58
Tabel 3. 4	Faktor Keutamaan Gempa Faktor Keutamaan Bangunan yang digunakan yaitu $I = 1,25$ (Fasilitas Manufaktur/ Tempat penyimpanan).....	68
Tabel 4. 1	Hasil Rasio Partisipasi Massa SAP 2000.....	83
Tabel 4. 2	Nilai Ct dan x.....	84
Tabel 4. 3	Koefisien untuk batas atas pada Perioda yang dihitung	85
Tabel 4. 4	Periode Fundamental struktur SAP 2000.....	86
Tabel 4. 5	Base reaction dengan skala faktor 6,131 di SAP 2000	88
Tabel 4. 6	Base reaction setelah faktor skala pertama	89
Tabel 4. 7	Base reaction setelah faktor skala kedua	90
Tabel 4. 8	Ukuran Dimensi Kolom baru.....	93
Tabel 4. 9	Ukuran Dimensi Pelat Lantai baru.....	93
Tabel 4. 10	Hasil Rasio Partisipasi Massa desain Optimalisasi SAP 2000	96
Tabel 4. 11	Nilai Ct dan x.....	97
Tabel 4. 12	Koefisien untuk batas atas pada Perioda yang dihitung	98
Tabel 4. 13	Periode Fundamental struktur Optimalisasi SAP 2000	99

Tabel 4. 14	Base reaction Optimalisasi dengan skala faktor 6,131 di SAP2000.....	101
Tabel 4. 15	Base reaction optimalisasi setelah faktor skala pertama.....	102
Tabel 4. 16	Base reaction optimalisasi setelah faktor skala kedua	103
Tabel 4. 17	Tabel Nilai Gaya Geser arah X dan Y	108