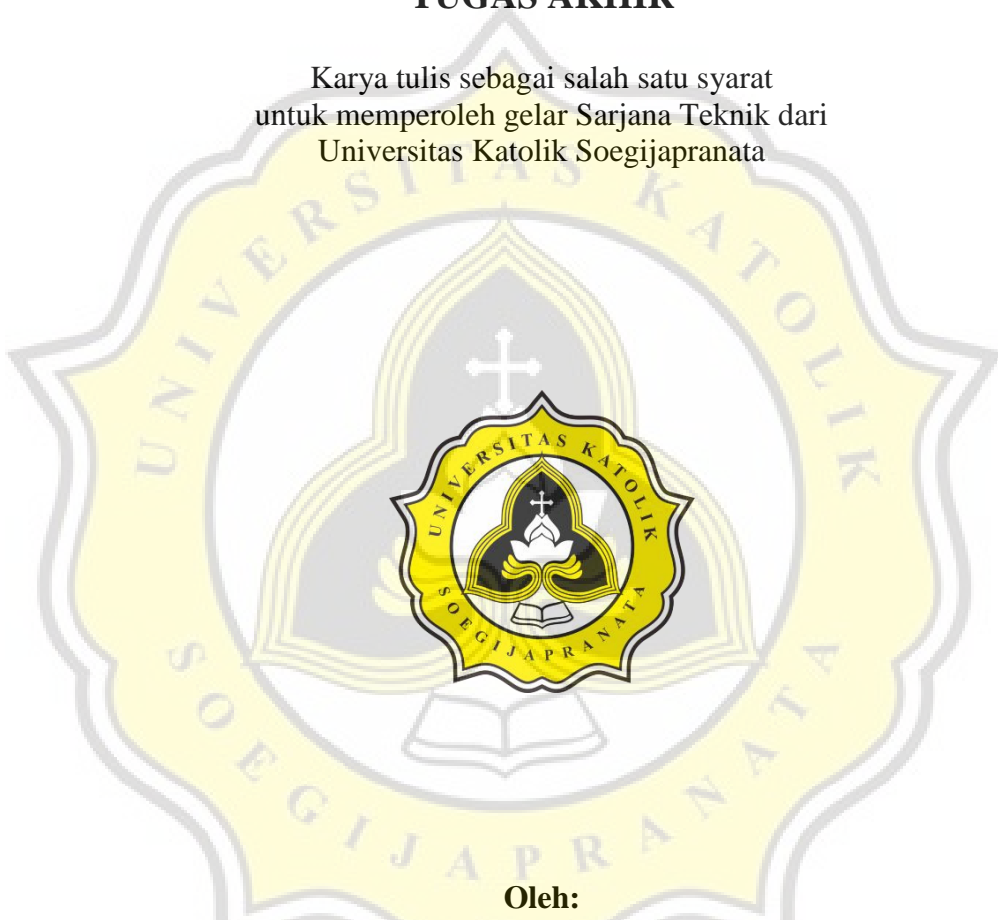


**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG DENGAN
KONFIGURASI BANGUNAN
TIDAK BERATURAN BERBENTUK “L”
(Studi Kasus: Gedung Rumah Sakit JEC – Candi Semarang)**

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Universitas Katolik Soegijapranata



Oleh:

SINDU ALFISAM

NIM: 17.B1.0045

RIZKY HARYA MUKTI

NIM: 17.B1.0115

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
April 2022**

HALAMAN PENGESAHAN



Judul Tugas Akhir: : PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG DENGAN KONFIGURASI
BANGUNAN TIDAK BERATURAN BERBENTUK (Studi
Kasus: Gedung Rumah Sakit JEC “Candi Semarang)

Diajukan oleh : Sindu Alfisam

NIM : 17.B1.0045

Tanggal disetujui : 11 April 2022

Telah setuju oleh

Pembimbing 1 : Ir. David Widiyanto M.T.

Pembimbing 2 : Ir. Widiya Suseno Widjaja M.T. , IPU

Penguji 1 : Ir. David Widiyanto M.T.

Penguji 2 : Ir. Widiya Suseno Widjaja M.T. , IPU

Penguji 3 : Dr. Hermawan S.T., M.T.

Penguji 4 : Ir. Y. Yuli Mulyanto M.T.

Ketua Program Studi : Daniel Hartanto S.T., M.T.

Dekan : Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi M.T.

Halaman ini merupakan halaman yang sah dan dapat diverifikasi melalui alamat di bawah ini.

sintak.unika.ac.id/skripsi/verifikasi/?id=17.B1.0045

HALAMAN PENGESAHAN



Judul Tugas Akhir: : Perencanaan Struktur Gedung Dengan Konfigurasi Bangunan Tidak Beraturan Berbentuk "L" (Studi Kasus: Gedung Rumah Sakit JEC – Candi Semarang)

Diajukan oleh : Rizky Harya Mukti

NIM : 17.B1.0115

Tanggal disetujui : 11 April 2022

Telah setuju oleh

Pembimbing 1 : Ir. David Widiyanto M.T.

Pembimbing 2 : Ir. Widija Suseno Widjaja M.T. , IPU

Penguji 1 : Ir. David Widiyanto M.T.

Penguji 2 : Ir. Widija Suseno Widjaja M.T. , IPU

Penguji 3 : Dr. Hermawan S.T., M.T.

Penguji 4 : Ir. Y. Yuli Mulyanto M.T.

Ketua Program Studi : Daniel Hartanto S.T., M.T.

Dekan : Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi M.T.

Halaman ini merupakan halaman yang sah dan dapat diverifikasi melalui alamat di bawah ini.

sintak.unika.ac.id/skripsi/verifikasi/?id=17.B1.0115

HALAMAN PENGESAHAN



**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG DENGAN KONFIGURASI
BANGUNAN TIDAK BERATURAN BERBENTUK “L” (Studi Kasus:
Gedung Rumah Sakit JEC “Candi Semarang)**

Diajukan oleh:

Sindu Alfisam

Telah disetujui, tanggal 11 April 2022

Oleh

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Ir. David Widiyanto M.T.

Ir. Widija Suseno Widjaja M.T., IPU

NPP. 5871980003

NPP. 5871985013

Mengetahui

Ka. Progdi Teknik Sipil

Daniel Hartanto S.T., M.T.

NPP. 5811996197

HALAMAN PENGESAHAN



**Perencanaan Struktur Gedung Dengan Konfigurasi Bangunan Tidak
Beraturan Berbentuk "L" (Studi Kasus: Gedung Rumah Sakit
JEC – Candi Semarang)**

Diajukan oleh:

Rizky Harya Mukti

Telah disetujui, tanggal 11 April 2022

Oleh

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Ir. David Widiyanto M.T.

Ir. Widija Suseno Widjaja M.T., IPU

NPP. 5871980003

NPP. 5871985013

Mengetahui

Ka. ProgdI Teknik Sipil

Daniel Hartanto S.T., M.T.

NPP. 5811996197

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Katolik Soegijapranata no. 0047/SK.Rek/X/2013 perihal Pernyataan Keaslian Skripsi, Tugas Akhir, dan Tesis, maka yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sindu Alfisam NIM: 17.B1.0045

Nama : Rizky Harya Mukti NIM: 17.B1.0115

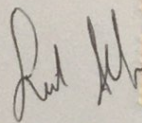
Sebagai penulis tugas akhir yang berjudul:

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG DENGAN KONFIGURASI BANGUNAN TIDAK BERATURAN BERBENTUK "L" (STUDI KASUS: GEDUNG RUMAH SAKIT JEC – CANDI SEMARANG)

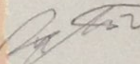
Menyatakan bahwa tugas akhir merupakan karya akademik yang ditulis oleh penulis, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi lain atau diterbitkan oleh orang lain. secara tertulis, semua rujukan yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini ditulis dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian haru ternyata terbukti bahwa tugas akhir ini terdapat sebagian atau seluruhnya merupakan hasil plagiasi, maka penulis menyatakan sanggup menerima segala akibatnya sesuai dengan hukuman dan peraturan yang berlaku di Universitas Katolik Soegijapranata, dan atau peraturan serta perundang – undangan yang berlaku.

Semarang, 11 April 2022



Sindu Alfisam
NIM: 17.B1.0045



Rizky Harya Mukti
NIM: 17.B1.0115

**HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sindu Alfisam
Rizky Harya Mukti
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Katolik Soegijapranata Semarang Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah yang berjudul **“PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG DENGAN KONFIGURASI BANGUNAN TIDAK BERATURAN BERBENTUK “L” (STUDI KASUS GEDUNG RUMAH SAKIT JEC – CANDI SEMARANG)”** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Katolik Soegijapranata berhak menyimpan, mengalihkan media/formatkan, mengelola, dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir ini selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini penulis buat dengan sebenar – benarnya.

Semarang, 11 April 2022

Yang menyatakan



Sindu Alfisam



Rizky Harya Mukti



016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : Sinda Alfisam Rizki Nurca M
 MT Kuliah : Tugas Akhir
 Dosen : Ir David Widianto, MT (Posen pembimbing)
 Asisten :
 Dimulai :
 Selesai :
 NIM : 17 61 0045
 Semester :
 Dosen Wali :
 Nilai :

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	2-9-21	- Perbaiki Rata Belah	<i>dar</i>
2.		- Beres masalah, cukup TA	<i>dar</i>
	10-9-21	- Perbaiki lagi	<i>dar</i>
3	30-9-21	- Susun proposal yg baik dan menarik	<i>dar</i>
4	14-10-21	- Gambar gong efektif dan efisien - Gambar DPT dan sheet file perlihatkan bangunannya - Rumus disematkan dengan buku beton - Perbaiki langkah-langkah & metode perencanaan	<i>dar</i>
5.	26-10-21	- Lengkapi gambar fotogram arsitektur, tampak - gambar potongan struktur atas, fotogram DPT, detail sheet file. Potongan struktur dari dasar DPT hingga bagian atas struktur	<i>dar</i>
6	8-11-21	- Rumus letak miring - Boleh maju sidang proposal	<i>dar</i>
7		- Perhitungan struktur lanjutan	<i>dar</i>
8	21-12-21	- Perhitungan Tie Bar	<i>dar</i>
9	12-01-22	- Boleh maju sidang teori	<i>dar</i>
10	28-01-22	- Boleh maju sidang Draft	<i>dar</i>
11	15-02-22	- Boleh maju sidang TA	<i>dar</i>
12	16-03-22		<i>dar</i>

Semarang.....
 Dosen/ Asisten
[Signature]



Nama : *Sindu Alfian* 016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07
 : *Rizky Harya Mukti* 17 Bl 0015
 MT Kuliah : *Tugas Akhir* NIM : *17 Bl. 0115*
 Dosen : *Ir. Widya Suseno, M.T., IPU* (Dosen Pembimbing 2) Semester : *IX*
 Asisten : Dosen Wali :
 Dimulai :
 Selesai : Nilai :

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	14-10-21	- Judulnya 3 kata? (spt makul?) - gambar? yang menjelaskan keterangan non struktur dihapus (cat, lef kaca, dll) - Shearwall (tanpa tolm?)	<i>y t</i>
2.	18-10-21	- Jelaskan gambar? dan tabel yang ditampilkan - Operasikan ETABS yang akan digunakan	<i>y t</i>
3.	28-10-21	- Persiapkan data-data yang terkait dengan judul - Jelaskan pengertian input/cutput ETABS	<i>y t</i>
4	8-11-21	- jurnal? ditambahkan - Metodologi penulisan diperbaiki - Schedule penyusunan TA dibuat	<i>y t</i>
5.	9-11-21	<i>Ace dapat ditunjukkan proposal</i>	<i>only</i>
6.	2-2-22	- pondasi shear wall bisa ada - kembali dah → lt atap - salah? lihat 57, 65, 87, 81	<i>y t</i>
7	12-2-22	(70) Keumuman keumuman (19 Komb) sumber? (72) lap zona paly atas? trap ass. lbr? sebelumnya di lampirkan. (73) paku dan ETABS, lls prosedurnya di SNI had (74) Keumuman? 91, 94, 99, 120, 139, 135, 130/133 Bat penulisan 120.	<i>y t</i>

Semarang, 11-4-22

Dosen/Asisten

[Signature]



016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : Sindu Alfisam
: Rizky Harya Mukti
MT Kuliah : Tugas Akhir
Dosen : Ir. Widya Susono, M.T, IPU
Asisten :
Dimulai :
Selesai :

NIM : 17.01.0045
: 17.01.0115
Semester : IX
Dosen Wali :

Nilai :

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
8.	18-2-22	- Asisten membuat final, emailkan laporan lengkap (Cover, lembar-lembar sebelum BAB I, kartu axis, dll) - Rumus-rumus 2.81 s/d 2.86 masih kosong - Judul keterangan di hal (40) dipindah ke hal (41) - hal. 46 keterangan-keterangan dimana tidak boleh - hal. 58 ada notasi yang hilang. no 9-10 dirapikan - Perbaiki hal 76-103 - Lengkapi gambar-gambar final di lampiran	
9	24-2-22	- Ukuran dimensi tie beam dan selimut beton - perbaiki gambar lampiran - tambahkan satuan dalam BAB 2	
10.	25-2-22	Acc with seminar Draft	

Semarang, 11-4-22
Dosen/Asisten

ABSTRAK

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG DENGAN KONFIGURASI BANGUNAN TIDAK BERATURAN BERBENTUK “L” (Studi Kasus: Gedung Rumah Sakit JEC – Candi Semarang)

Oleh:

SINDU ALFISAM

NIM: 17.B1.0045

RIZKY HARYA MUKTI

NIM: 17.B1.0115

Perencanaan dan pembangunan gedung semakin bertambah seiring dengan berjalannya waktu. Struktur gedung merupakan bagian penting dalam sebuah bangunan karena berfungsi untuk menopang bangunan dan membuat bangunan dapat berdiri. Perencanaan struktur gedung dipengaruhi oleh beberapa aspek seperti kebutuhan fungsi bangunan, fungsi ruangan, tata letak bangunan, dan ketersediaan lahan. Upaya untuk memenuhi aspek kebutuhan dan ketersediaan lahan mengakibatkan struktur dan denah bangunan pada gedung Rumah Sakit JEC – Candi Semarang menjadi berbentuk “L”. Perencanaan struktur dengan denah berbentuk “L” yang memiliki sudut dalam memerlukan rekayasa struktur pada bagian *re-entrant corner* serta perlu meninjau ketidakberaturan struktur dan analisis gempa berdasarkan SNI 1726:2019. Selain itu perencanaan untuk struktur beton harus sesuai dengan detailing yang disyaratkan dalam SNI 2847:2019 agar perilaku struktur tahan terhadap gempa. Perencanaan struktur gedung termasuk dalam kategori desain seismik tipe D, oleh karena itu sistem struktur yang digunakan adalah sistem ganda yang terdiri dari sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) dan dinding geser. Analisis ketidakberaturan yang diperoleh dengan bantuan *software* ETABS didapatkan hasil bahwa dari 13 ketidakberaturan yang disyaratkan struktur gedung Rumah Sakit JEC – Candi Semarang hanya mengalami ketidakberaturan horizontal sudut dalam. Konsekuensi dari ketidakberaturan tersebut adalah diperlukan analisis diafragma dan nilai gaya untuk desain diafragma ditingkatkan sebesar 25%. Analisis diafragma mengakibatkan munculnya komponen penahan gaya lateral berupa kord dan kolektor, karena analisis diafragma dilakukan pada komponen balok dan pelat maka komponen kord dan kolektor tersebut berada pada bagian balok tepi dan balok yang menyalurkan gaya lateral ke komponen vertikal (dinding geser). Hasil analisis diafragma disimpulkan bahwa struktur gedung telah aman terhadap terjadinya kegagalan diafragma. Hasil perencanaan komponen struktur atas dan struktur bawah telah sesuai dengan pedoman dan kaidah perencanaan. Detailing penulangannya disesuaikan dengan persyaratan dalam SNI 2847:2019 serta komponen struktur atas telah memenuhi persyaratan *strong column – weak beam*.

Kata Kunci: perencanaan struktur, ketidakberaturan struktur, diafragma

ABSTRACT

BUILDING STRUCTURE PLANNING WITH “L” SHAPE OF IRREGULAR BUILDING CONFIGURATION (Case Study: JEC – Candi Hospital Semarang)

By:

SINDU ALFISAM

NIM: 17.B1.0045

RIZKY HARYA MUKTI

NIM: 17.B1.0115

Planning and building construction is increasing with the passage of time. The building structure is an important part of a building because it serves to support the building and make the building stand. The planning of the building structure is influenced by several aspects such as the need for the function of the building, the function of the room, the layout of the building, and the availability of land. Efforts to meet the needs and availability of land have resulted in the structure and floor plans of the JEC - Candi Semarang Hospital building being "L" shaped. Structural planning with an "L" shaped plan that has an inner angle requires structural engineering at the re-entrant corner and needs to review structural irregularities and earthquake analysis based on SNI 1726:2019. In addition, the planning for the concrete structure must comply with the detailing required in SNI 2847:2019 so that the structure's behavior is resistant to earthquakes. The structural planning of the building is included in the seismic design category of type D, therefore the structural system used is a dual system consisting of a special moment resisting frame system (SRPMK) and shear walls. Irregularity analysis obtained with the help of ETABS software showed that of the 13 irregularities required by the structure of the JEC Hospital - Candi Semarang only experienced horizontal irregularities in the interior angle. The consequence of this irregularity is that a diaphragm analysis is required and the force value for the diaphragm design is increased by 25%. Diaphragm analysis resulted in the emergence of lateral force resisting components in the form of chords and collectors, because diaphragm analysis was carried out on beam and plate components, the chord and collector components were located on the edge beam and beam that transmit lateral forces to vertical components (shear walls). The results of the diaphragm analysis concluded that the building structure was safe against diaphragm failure. The results of the planning of the upper and lower structural components are in accordance with the guidelines and planning rules. The reinforcement detailing is adjusted to the requirements in SNI 2847:2019 and the upper structural components have met the strong column – weak beam requirements.

Keywords: *structural planning, structural irregularity, diaphragm*

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT., yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Perencanaan Struktur Gedung Dengan Konfigurasi Bangunan Tidak Beraturan Berbentuk ‘L’”. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata.

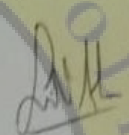
Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bimbingan dan doa dari berbagai pihak Laporan Tugas Akhir ini tidak dapat selesai dengan baik dan tepat pada waktunya. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih terhadap pihak – pihak yang telah membantu dan memberi arahan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghormatan kepada:

1. Bapak Prof. Ir. Slamet Riyadi, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata,
2. Bapak Daniel Hartanto, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata,
3. Bapak Ir. David Widiyanto, M.T., IPM., dan Bapak Ir. Widiya Suseno W., M.T., IPU., selaku Pembimbing I dan Pembimbing II yang telah memberikan arahan, ilmu, saran, dan solusi yang sangat bermanfaat dalam penyusunan tugas akhir,
4. Bapak Dr. Ir. Hermawan, S.T., M.T., IPM ASEAN.ENG., CPSp., dan Bapak Ir. Yohanes Yuli Mulyanto, M. T. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, koreksi, dan evaluasi terhadap penyusunan tugas akhir,
5. Bapak/Ibu dosen, staf, dan karyawan Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata, yang telah memberikan ilmu, motivasi, dan inspirasi selama masa perkuliahan,
6. Orang tua penulis yang selalu mendukung dan menyemangati penulis selama menempuh pendidikan program sarjana di Universitas Katolik Seogijapranata,
7. Teman – teman penulis angkatan 2017 yang telah memberikan dukungan, saran, kebersamaan, motivasi, dan kenangan baik suka maupun duka selama masa perkuliahan,

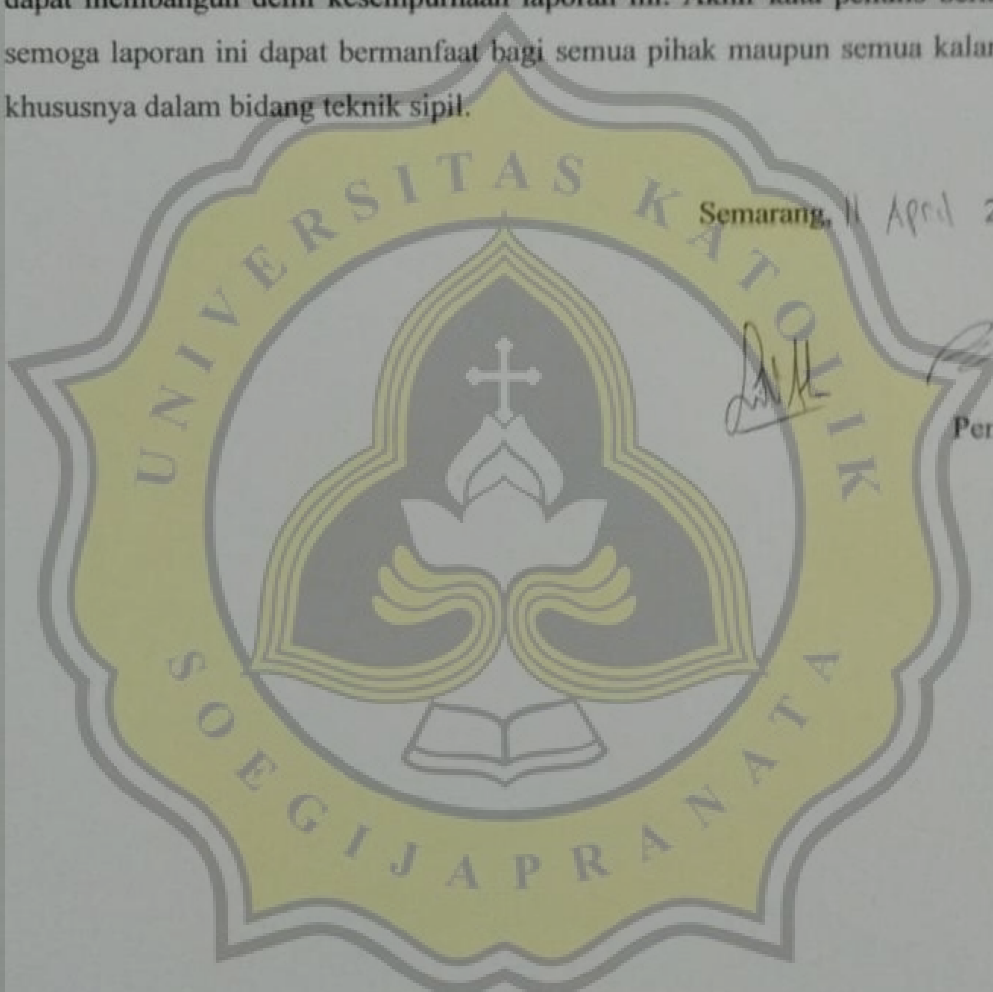
8. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis untuk menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan pada penyusunan laporan tugas akhir ini. Untuk itu penulis berharap adanya kritik dan saran yang dapat membangun demi kesempurnaan laporan ini. Akhir kata penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak maupun semua kalangan khususnya dalam bidang teknik sipil.

Semarang, 11 April 2022



Penulis



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Proyek	1
1.2. Lokasi Perencanaan	2
1.3. Data Perencanaan	3
1.4. Tujuan	4
1.5. Manfaat	5
1.6. Batasan Masalah	5
1.7. Sistematika Penulisan	6
BAB 2 PERENCANAAN STRUKTUR	8
2.1. Uraian Umum	8
2.2. Modifikasi Perencanaan Gedung	8
2.3. Dasar Perencanaan	9
2.4. Perencanaan Struktur Gedung Tidak Beraturan	9
2.5. Landasan Teori	10
2.5.1. Perencanaan gempa berdasarkan SNI 1726:2019	11
2.5.2. Perhitungan komponen struktur	30
2.5.3. Pendetailan SRPMK berdasarkan SNI 2847:2019	46
2.6. Asumsi – asumsi Perencanaan	49
BAB 3 METODE PERENCANAAN	52
3.1. Uraian Umum	52
3.2. Diagram Alir Penyusunan Tugas Akhir	53
BAB 4 PERHITUNGAN STRUKTUR	54
4.1. Uraian Umum	54
4.2. Pemodelan Struktur Gedung	54
4.2.1. Spesifikasi komponen	54
4.2.2. Beban hidup struktur	55
4.2.3. Beban mati struktur	55
4.2.4. Kombinasi pembebanan	56
4.2.5. Pemodelan ETABS	57
4.3. Analisis Gempa Berdasarkan SNI 1726:2019	58
4.3.1. Parameter gempa rencana	58
4.3.2. Gaya desain statik ekuivalen dan respon spektrum	60
4.3.3. Pemeriksaan ketidakberaturan struktur	63
4.3.4. Analisis dinamik respon spektrum	75
4.3.5. Gaya desain diafragma	82

4.4. Perhitungan Komponen Struktur Atas	84
4.4.1. Perhitungan pelat	84
4.4.2. Perhitungan tangga	88
4.4.3. Perhitungan balok	93
4.4.4. Perhitungan kolom	107
4.4.5. Pemeriksaan <i>strong column – weak beam</i> (SCWB).....	117
4.4.6. Perhitungan dinding geser	119
4.5. Perhitungan Komponen Diafragma	123
4.5.1. Komponen kord	124
4.5.2. Komponen kolektor	126
4.6. Perhitungan Komponen Struktur Bawah	129
4.6.1. Perhitungan pondasi	130
4.6.2. Perhitungan <i>pile cap</i>	134
4.6.3. Perhitungan <i>tie beam</i>	139
4.6.4. Perhitungan dinding penahan tanah	145
4.6.5. Perhitungan <i>sheet pile</i>	149
BAB 5 RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)	152
5.1. Perhitungan Volume Pekerjaan	152
5.2. Rekapitulasi Volume Pekerjaan	157
5.3. Harga Satuan Pekerjaan	164
5.4. Rencana Anggaran Biaya	165
5.5. Bobot Pekerjaan	174
5.6. Penjadwalan Kurva – S	179
BAB 6 PENUTUP	180
6.1. Kesimpulan	180
6.2. Saran	182
DAFTAR PUSTAKA	184
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Lokasi Perencanaan Rumah Sakit JEC – Candi Semarang	2
Gambar 2.1.	Penyelesaian Permasalahan Bangunan Tidak Beraturan.....	10
Gambar 2.2.	Peta Parameter Periode 0,2 Detik MCE_R Wilayah Indonesia.....	15
Gambar 2.3.	Peta Parameter Periode 1 Detik MCE_R Wilayah Indonesia.....	15
Gambar 2.4.	Peta Transisi Periode Panjang	17
Gambar 2.5.	Spektrum Respon Desain	18
Gambar 2.6.	Fleksibilitas Diafragma	22
Gambar 2.7.	Penentuan Simpangan Antar Tingkat.....	23
Gambar 2.8.	Komponen Kord	39
Gambar 2.9.	Gaya Dalam Komponen Kolektor	40
Gambar 2.10.	Penulangan Komponen Kolektor	40
Gambar 2.11.	Momen Maksimum <i>Sheet Pile</i> Tanah Kohesif.....	46
Gambar 2.12.	Perhitungan Kuat Nominal Lentur	47
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penyusunan Tugas Akhir	53
Gambar 4.1.	Pemodelan Struktur Gedung.....	58
Gambar 4.2.	Respon Spektrum Kota Semarang.....	63
Gambar 4.3.	Ketidakteraturan Geometri Vertikal	67
Gambar 4.4.	Ketidakteraturan Diskontinuitas Bidang	67
Gambar 4.5.	Titik Acuan Simpangan Untuk Gempa Arah – X	69
Gambar 4.6.	Titik Acuan Simpangan Untuk Gempa Arah – Y	69
Gambar 4.7.	Pemeriksaan Ketidakteraturan Sudut Dalam Lantai 1.....	71
Gambar 4.8.	Pemeriksaan Ketidakteraturan Sudut Dalam Lantai 2.....	71
Gambar 4.9.	Pemeriksaan Ketidakteraturan Lantai 3 – Lantai Atap.....	72
Gambar 4.10.	Ketidakteraturan Diskontinuitas Diafragma.....	73
Gambar 4.11.	Ketidakteraturan Pergeseran Tegak Lurus Terhadap Bidang.....	73
Gambar 4.12.	Ketidakteraturan Sistem Non Paralel	74
Gambar 4.13.	Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah X	78
Gambar 4.14.	Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah Y	79
Gambar 4.15.	Nilai Koefisien Momen Pada Pelat	85
Gambar 4.16.	Penulangan Pelat Lantai	88
Gambar 4.17.	Perencanaan Tangga Pada Bagian <i>Flight Area</i>	89
Gambar 4.18.	Diagram Geser dan Momen Pada Tangga.....	90
Gambar 4.19.	Detail Penulangan Tangga.....	92
Gambar 4.20.	Detail Tulangan Balok B1.A Bagian Tumpuan	105
Gambar 4.21.	Detail Penulangan Balok B1.A.....	106
Gambar 4.22.	Diagram Interaksi Kolom K1.AB.....	113
Gambar 4.23.	Detail Penulangan Kolom K1.AB	116
Gambar 4.24.	Detail Penulangan Dinding Geser	123
Gambar 4.25.	Komponen Kord Akibat Gaya Diafragma Arah X.....	124
Gambar 4.26.	Komponen Kord Akibat Gaya Diafragma Arah Y.....	124
Gambar 4.27.	Komponen Kolektor Akibat Gaya Diafragma Arah X.....	126
Gambar 4.28.	Komponen Kolektor Akibat Gaya Diafragma Arah Y.....	126
Gambar 4.29.	Gaya Geser Diafragma Arah X	127
Gambar 4.30.	Gaya Geser Diafragma Arah Y	128

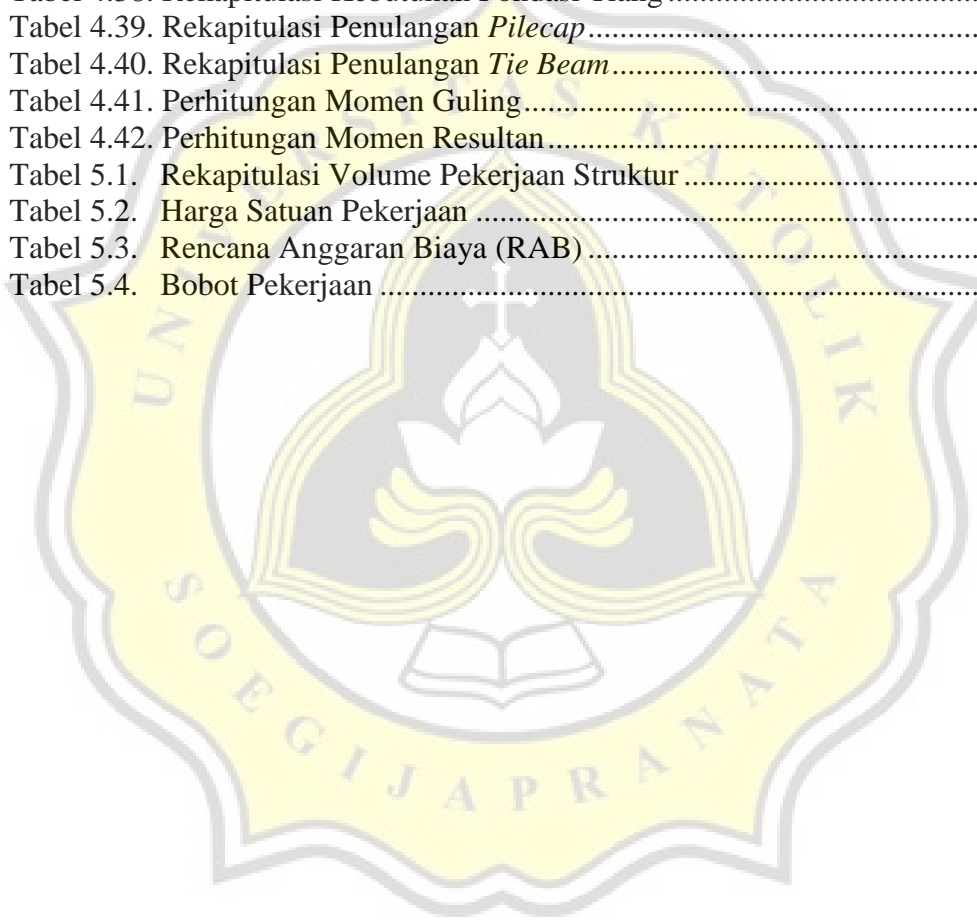
Gambar 4.31. Konfigurasi Tiang Pondasi Untuk Efisiensi Kelompok Tiang..	132
Gambar 4.32. Konfigurasi Tiang Pondasi Untuk Beban Maksimum Tiang	133
Gambar 4.33. Dimensi Komponen <i>Pile Cap</i>	135
Gambar 4.34. Area Geser Dua Arah Akibat Kolom	135
Gambar 4.35. Area Geser Dua Arah Akibat Pondasi.....	137
Gambar 4.36. Detail Penulangan <i>Pile Cap</i>	138
Gambar 4.37. Detail Penulangan <i>Tie Beam</i> TB 1 Bagian Tumpuan.....	144
Gambar 4.38. Diagram Momen Guling dan Momen Resultan	146
Gambar 4.39. Detail Penulangan Dinding Penahan Tanah.....	149



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung	11
Tabel 2.2. Faktor Keutamaan Gempa.....	13
Tabel 2.3. Klasifikasi Kelas Situs	14
Tabel 2.4. Koefisien Kelas Situs, F_a	16
Tabel 2.5. Koefisien Kelas Situs, F_v	16
Tabel 2.6. Kategori Desain Seismik Berdasarkan S_{DS}	18
Tabel 2.7. Kategori Desain Seismik Berdasarkan S_{DI}	18
Tabel 2.8. Faktor R, C_d , dan Ω_0 untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik.....	19
Tabel 2.9. Koefisien Batas Atas pada Periode yang Dihitung	21
Tabel 2.10. Nilai Koefisien Pendekatan C_I dan x	21
Tabel 2.11. Simpangan Antar Lantai Tingkat Izin (Δ_a)	24
Tabel 2.12. Ketidakberaturan Horizontal Pada Struktur	25
Tabel 2.13. Ketidakberaturan Vertikal Pada Struktur	26
Tabel 2.14. Prosedur Analisis yang Diizinkan.....	29
Tabel 2.15. Faktor Panjang Penyaluran Tulangan Tarik	35
Tabel 4.1. Data Tanah Uji SPT	59
Tabel 4.2. Beban Mati Struktur Tiap Tingkat	60
Tabel 4.3. Perhitungan Manual Gaya Geser Tingkat	62
Tabel 4.4. Gaya Geser Tingkat Hasil Analisis ETABS	62
Tabel 4.5. Kekakuan Tingkat Akibat Beban Gempa Arah – X.....	64
Tabel 4.6. Kekakuan Tingkat Akibat Beban Gempa Arah – Y.....	65
Tabel 4.7. Pemeriksaan Ketidakberaturan Tingkat Lunak Arah – X.....	65
Tabel 4.8. Pemeriksaan Ketidakberaturan Tingkat Lunak Arah – Y	66
Tabel 4.9. Pemeriksaan Ketidakberaturan Berat (Massa)	66
Tabel 4.10. Pemeriksaan Ketidakberaturan Tingkat Lemah	68
Tabel 4.11. Pemeriksaan Ketidakberaturan Torsi Gempa Arah – X.....	70
Tabel 4.12. Pemeriksaan Ketidakberaturan Torsi Gempa Arah – Y.....	70
Tabel 4.13. Rekapitulasi Ketidakberaturan Struktur	74
Tabel 4.14. Modal Partisipasi Massa Terkombinasi	75
Tabel 4.15. Distribusi Gaya Geser Dasar	76
Tabel 4.16. Perpindahan Tingkat di Pusat Massa Arah X	77
Tabel 4.17. Simpangan Antar Tingkat Arah X	77
Tabel 4.18. Perpindahan Tingkat di Pusat Massa Arah Y	78
Tabel 4.19. Simpangan Antar Tingkat Arah Y	79
Tabel 4.20. Nilai P_x Pada Tiap Tingkat	80
Tabel 4.21. Nilai V_x Arah X dan Arah Y Pada Tiap Tingkat	80
Tabel 4.22. Nilai Koefisien Stabilitas (θ) Pada Tiap Tingkat	81
Tabel 4.23. Gaya Geser Dasar.....	81
Tabel 4.24. Parameter Perhitungan Gaya Desain Diafragma	82
Tabel 4.25. Hasil Perhitungan Gaya Desain Diafragma	83
Tabel 4.26. Gaya Desain Diafragma <i>Input</i> ETABS	83
Tabel 4.27. Rekapitulasi Penulangan Pelat	88

Tabel 4.28. Rekapitulasi Penulangan Lentur Tangga	93
Tabel 4.29. Rekapitulasi Penulangan Balok	105
Tabel 4.30. Rekapitulasi Penulangan Kolom.....	116
Tabel 4.31. Rekapitulasi Pemeriksaan SCWB.....	118
Tabel 4.32. Penulangan Balok Kord Akibat Gaya Diafragma Arah X.....	125
Tabel 4.33. Nilai P_u Pada Balok Kolektor	127
Tabel 4.34. Rekapitulasi Gaya Geser Diafragma Arah X.....	129
Tabel 4.35. Rekapitulasi Gaya Geser Diafragma Arah Y.....	129
Tabel 4.36. Rekapitulasi Daya Dukung Izin Tekan Tiang.....	131
Tabel 4.37. Rekapitulasi Daya Dukung Izin Tarik Tiang	132
Tabel 4.38. Rekapitulasi Kebutuhan Pondasi Tiang	134
Tabel 4.39. Rekapitulasi Penulangan <i>Pilecap</i>	139
Tabel 4.40. Rekapitulasi Penulangan <i>Tie Beam</i>	145
Tabel 4.41. Perhitungan Momen Guling.....	146
Tabel 4.42. Perhitungan Momen Resultan.....	146
Tabel 5.1. Rekapitulasi Volume Pekerjaan Struktur	157
Tabel 5.2. Harga Satuan Pekerjaan	164
Tabel 5.3. Rencana Anggaran Biaya (RAB)	165
Tabel 5.4. Bobot Pekerjaan	174



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama		Pemakaian pertama kali pada halaman
JEC	<i>Jakarta Eye Center</i>		1
HKBP	Huria Kristen Batak Protestan		2
IGD	Instalasi Gawat Darurat		3
AHU	<i>Air Handling Unit</i>		4
RAB	Rencana Anggaran dan Biaya		4
SNI	Standar Nasional Indonesia		5
ASCE	<i>American Society of Civil Engineers</i>		11
SEI	<i>Structural Engineering Institute</i>		11
FEMA	<i>Federal Emergency Management Agency</i>		11
IBC	<i>International Building Code</i>		11
MCE _R	Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko Tertarget		11
KDS	Kategori Desain Seismik		18
SRSS	Metode Akar Kuadrat Jumlah Kuadrat		29
CQC	Metode Kombinasi Kuadrat Lengkap		29
DPT	Dinding Penahan Tanah		30
PBI	Peraturan Beton Bertulang Indonesia		30
SPT	<i>Standard Penetration Test</i>		41
Lambang	Nama	Satuan	Pemakaian pertama kali pada halaman
Perhitungan Gempa Berdasarkan SNI 1726:2019			
±	Lebih kurang	-	3
I _e	Faktor keutamaan struktur	-	11
U	Beban ultimit	kg/m ²	13
D	Beban mati	kg/m ²	13
L	Beban hidup	kg/m ²	13
L _r	Beban hidup atap	kg/m ²	13
R	Beban hujan	kg	13
W	Beban angin	kg/m ²	13
E	Beban gempa	kg	13

V_s	Kecepatan rata – rata gelombang geser	m/detik	14
N	Jumlah pukulan SPT	-	14
S_u	Kuat geser niralir	kPa	14
S_s	Percepatan batuan dasar periode pendek	g	14
S_1	Percepatan batuan dasar periode 1 detik	g	14
F_a	Faktor amplifikasi percepatan getaran periode pendek	-	16
F_v	Faktor amplifikasi percepatan getaran periode 1 detik	-	16
S_{DS}	Parameter percepatan spektral desain periode pendek	g	16
S_{D1}	Parameter percepatan spektral desain periode 1 detik	g	16
S_a	Respon spektra percepatan	g	17
T	Periode	detik	17
R	Koefisien modifikasi respon	-	19
Ω_0	Faktor kuat lebih	-	19
C_d	Faktor pembesaran defleksi	-	19
V	Gaya geser dasar seismik	kN	20
C_s	Koefisien respon seismik	-	20
W	Berat seismik bangunan efektif	kN	20
h_n	Tinggi struktur	m	19
C_u	Koefisien batas atas	-	19
Δ	Simpangan antar lantai	m	21
δ_x	Defleksi pusat massa di tingkat x	mm	21
ρ	Faktor redundansi	-	21
θ	Koefisien stabilitas	-	22
P	Beban desain	ton	22

β	Rasio kebutuhan geser terhadap kapasitas geser	-	21
A_x	Faktor pembesaran torsi	-	23
F_{px}	Gaya desain diafragma di tingkat x	kN	25
F_i	Gaya desain yang diterapkan di tingkat i	kN	25
w_i	Tributari berat sampai tingkat i	kN	25
w_{px}	Tributari berat sampai diafragma di tingkat x	kN	25
Perhitungan Komponen Struktur Pelat Lantai			
t	Tebal pelat beton	mm	26
d''	Tebal selimut beton	mm	26
q_u	Beban ultimit	kg/m ²	26
M_u	Momen ultimit	kgm	26
M_n	Tahanan momen nominal	Kgm	26
C_x	Koefisien momen untuk pelat	-	26
A_s	Luas tulangan yang dibutuhkan	mm ²	26
l_x	Panjang bentang bersih dalam arah memendek	mm	26
l_y	Panjang bentang bersih dalam arah memanjang	mm	26
R_n	Kuat nominal	psi	27
f_c'	Mutu beton	psi	27
f_y	Mutu baja	psi	27
ρ	Persentase tulangan baja yang diperlukan	%	27
Perhitungan Komponen Struktur Balok			
h	Tinggi	m	28
b	Lebar	m	28
l	Panjang bentang	m	28
V_c	Kekuatan geser yang ditopang beton	lb	28
V_s	Kekuatan geser yang ditopang baja	lb	28
s	Jarak tulangan	in	29
A_{cp}	Luas yang dicakup garis tengah dari	in ²	29

	senggang bagian terluar		
P_{cp}	Keliling bagian luar dari penampang	in	30
A_o	Luas bruto yang dicakup oleh aliran geser	in ²	30
P_h	Keliling dari garis tengah tulangan torsi tertutup bagian terluar	in	30
α	Faktor lokasi tulangan	-	35
β	Faktor pelapisan	-	35
γ	Faktor ukuran tulangan	-	35
λ	Faktor beban agregat ringan	-	31
l_d	Panjang penyaluran tulangan	in	31
K_{tr}	Indeks tulangan transversal	-	31
A_{tr}	Luas penampang total semua tulangan transversal	in ²	31
c	Jarak selimut	in	31
Perhitungan Komponen Struktur Kolom			
Φ	Faktor reduksi	-	33
A_g	Luas penampang bruto	in ²	33
γ	Nilai perbandingan tinggi penampang	-	33
P_n	Kuat aksial nominal	kip	33
V_u	Beban geser terfaktor	lb	34
N_u	Gaya tekan terfaktor	lb	34
A_v	Luas tulangan geser	in ²	34
Perhitungan Komponen Struktur Bawah			
P_a	Daya dukung ijin tiang	ton	35
N	Nilai N-SPT	-	35
l_i	Panjang segmen tiang yang ditinjau	m	35
f_i	Gaya geser pada selimut segmen tiang	t/m ²	35
A_p	Luas penampang tiang	m ²	35
A_{st}	Keliling selimut tiang yang ditinjau	cm	35
FK	Faktor keamanan	-	35

n_p	Kebutuhan tiang	-	42
P_u	Gaya aksial terfaktor	ton	42
E_g	Efisiensi kelompok tiang pondasi	-	42
P_{max}	Beban maksimum satu tiang dalam kelompok tiang	ton	42
l_p	Lebar <i>pile cap</i>	m	43
l_k	Lebar kolom	m	43
q'	Berat <i>pile cap</i> dalam penampang kritis	ton/m	43
L_s	Panjang <i>tie beam</i>	m	43
Δ_s	Asumsi penurunan antar pondasi	mm	44
K_a	Koefisien tekanan tanah aktif	-	44
K_p	Koefisien tekanan tanah pasif	-	44
\emptyset	Sudut geser tanah	°	45
H_a	Tekanan tanah aktif	-	45
γ	Berat volume tanah	gr/cm ³	45
C	Nilai kohesi	-	46
W	Momen tahanan profil komponen	-	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Data Uji Tanah SPT (<i>Standard Penetration Test</i>).....	L-1
A.1. Nilai N-SPT	
A.2. <i>Index Properties</i>	
A.3. <i>Direct Shear</i>	
Lampiran B Analisis ETABS.....	L-2
B.1. Kombinasi Pembebanan	
Lampiran C Gambar <i>Detail Engineering Design</i>	L-3
C.1. Denah Struktur Bangunan	
C.2. Detail Penulangan Struktur	
C.3. Tampak Bangunan	
C.4. Potongan Struktur Bangunan	
Lampiran D Rencana Anggaran Biaya	L-4
D.1. Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)	
D.2. Kurva – S	

