

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN KEKUATAN ELEMEN STRUKTUR MENGUNAKAN BETON BERTULANG DENGAN BETON PRATEGANG

(Studi Proyek Gedung Data Center)

Diajukan sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S-1)





Disusun oleh :

DAMAR FARHADIVA SALIM

NIM: 41117010049

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2021**

	LEMBAR PENGESAHAN SIDANG PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MERCU BUANA	
---	--	---

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir : Perbandingan Kekuatan Elemen Struktur Menggunakan Beton Bertulang dengan Beton Prategang (Studi Proyek Gedung Data Center)

Disusun oleh :

Nama : Damar Farhadiva Salim

NIM : 41117010049

Program Studi : Teknik Sipil


Telah diujikan dan dinyatakan **LULUS** pada sidang sarjana :

Tanggal : 04 Agustus 2021

Mengetahui

Pembimbing Tugas Akhir

Ketua Penguji



Suci Putri Elza, S.T., M.T.



Dr. Resmi Bestari Muin, M.S.

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Ir. Sylvia Indriany, M.T.

**LEMBAR PERNYATAAN
SIDANG SARJANA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Damar Farhadiva Salim
Nomor Induk Mahasiswa : 41117010049
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 23 Juli 2021

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Yang memberikan pernyataan



Damar Farhadiva Salim

ABSTRAK

Judul: Perbandingan Kekuatan Elemen Struktur Menggunakan Beton Bertulang dengan Beton Prategang (Studi Proyek Gedung Data Center); Nama Mahasiswa: Damar Farhadiva Salim; NIM: 41117010049; Dosen Pembimbing: Suci Putri Elza, S.T., M.T.; 2021.

Gedung Data Center merupakan bangunan yang berfungsi sebagai pusat data yang terdiri dari 8 lantai dan 4 roof serta tidak memiliki basement dengan memiliki ketinggian bangunan 59,85 m dari muka tanah. Struktur gedung data center menggunakan struktur beton bertulang. Pada struktur gedung tersebut terdapat jarak antar kolom yang panjangnya mencapai 9 m-10 m, hal ini dinilai kurang efektif dalam penggunaan material struktur beton bertulang, karena dapat menimbulkan dimensi penampang dan defleksi pada struktur yang semakin besar. Maka diperlukan sebuah kajian dengan alternative lain pada struktur atas gedung data center menggunakan sistem beton prategang, dengan mendapatkan perbandingan hasil desain akhir antara balok beton bertulang dengan balok beton prategang.

Analisis dibantu dengan program software ETABS V18 dan perhitungan manual dengan mengacu kepada peraturan yang ditetapkan pada SNI 2847:2019 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, SNI 1726:2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, dan SNI 1727:2020 tentang beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. Dari hasil perhitungan yang telah didapatkan, kemudian akan dituangkan dalam bentuk laporan perhitungan struktur dan dalam bentuk gambar teknik untuk hasil desain akhir.

Hasil penelitian diperoleh untuk balok beton bertulang didapatkan dimensi sebesar 950 x 750 mm, dengan tulangan pada tumpuan negatif 13D29, pada tumpuan positif 7D29, pada lapangan negatif 4D29, dan pada lapangan positif 7D29. Sedangkan untuk balok beton prategang didapatkan dimensi sebesar 800 x 550 mm, untuk jumlah tendon yang digunakan yaitu 1 tendon berisikan 4 strands dengan gaya prategang awal sebesar 729.120 N dan besarnya kehilangan gaya prategang sebesar 22,06% serta balok prategang termasuk ke dalam kelas C. Untuk tulangan balok beton prategang pada tumpuan negatif 10D29, pada tumpuan positif 6D29, pada lapangan negatif 3D29, dan pada lapangan positif 6D29. Dari segi dimensi penampang pada balok beton prategang lebih ramping dibandingkan dengan balok beton bertulang, sehingga dapat mengurangi dari berat sendiri struktur.

Kata Kunci: Beton Bertulang, Beton Prategang, Data Center

ABSTRACT

Title: Comparison of Structural Strength Using Reinforced Concrete and Prestress Concrete (Study on Data Center Building Projects); Student Name: Damar Farhadiva Salim; NIM: 41117010049; Academic Supervisor: Suci Putri Elza, S.T., M.T.; 2021.

The Data Center building is a building that functions as a data center consisting of 8 floors and 4 roofs and does not have a basement with a building height of 59.85 m from the ground. The data center building structure uses a reinforced concrete structure. In the structure of the building, there is a distance between columns that reach 9 m-10 m in length, this is considered less effective in the use of reinforced concrete structural materials because it can cause greater cross-sectional dimensions and deflections in the structure. So we need a study with other alternatives on the upper structure of the data center building using a prestressed concrete system, by getting a comparison of the final design results between reinforced concrete beams and prestressed concrete beams.

The analysis is assisted by the ETABS V18 software program and manual calculations with reference to the regulations stipulated in SNI 2847:2019 regarding structural concrete requirements for buildings, SNI 1726:2019 regarding procedures for planning earthquake resistance for building and non-building structures, and SNI 1727:2020 concerning minimum design loads and related criteria for buildings and other structures. From the calculation results that have been obtained, then it will be poured in the form of a structural calculation report and in the form of technical drawings for the final design results.

The results obtained for reinforced concrete beams obtained dimensions of 950 x 750 mm, with reinforcement on negative support 13D29, positive support 7D29, negative field 4D29, and positive field 7D29. As for the prestressed concrete beams, the dimensions are 800 x 550 mm, for the number of tendons used is 1 tendon containing 4 strands with an initial prestressing force of 729,120 N and the magnitude of the loss of prestressing force of 22.06% and the prestressed beam belongs to class C. For the reinforcement of prestressed concrete beams at negative support 10D29, at positive support 6D29, at negative field 3D29, and at positive field 6D29. In terms of cross-sectional dimensions, prestressed concrete beams are slimmer than reinforced concrete beams, so they can reduce the structure's own weight.

Key Words: Reinforced Concrete, Prestressed Concrete, Data Center

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya.

Penyusunan tugas akhir yang berjudul “**Perbandingan Kekuatan Elemen Struktur Menggunakan Beton Bertulang dengan Beton Prategang**” dibuat untuk memenuhi persyaratan kelulusan program Strata-1 Universitas Mercu Buana pada Fakultas Teknik di Universitas Mercu Buana.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua dan keluarga yang senantiasa mengiringi langkah penulis dengan doa serta memberikan dukungan moril dan materiil sehingga dapat terselesaikannya tugas akhir ini dengan baik.
2. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Ibu Ir. Sylvia Indriany, M.T., selaku Kaprodi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.
4. Ibu Suci Putri Elza, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dan bimbingannya.
5. Bapak Jef Franklyn Sinulingga, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Seminar Proposal yang telah memberikan arahan dan masukannya.
6. Ibu Dr. Resmi Bestari Muin, M.S., selaku Ketua Penguji Sidang Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dan masukannya.
7. Bapak Fajar Triwardono, S.T., M.T., selaku Penguji 2 Sidang Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dan masukannya.

8. Teman-teman Universitas Mercu Buana, khususnya rekan-rekan Teknik Sipil 2017 terima kasih atas doa dan kerja sama kalian.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhirnya penyusun berharap semoga ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Jakarta, 9 Agustus 2021

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Identifikasi Masalah	I-3
1.3 Rumusan Masalah	I-3
1.4 Maksud dan Tujuan	I-3
1.5 Manfaat	I-3
1.6 Batasan dan Ruang Lingkup Masalah	I-4
1.7 Sistematika Penulisan	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Beton	II-1
2.2 Desain Pembebanan	II-1
2.2.1. Umum	II-1
2.2.2. Beban Mati	II-2
2.2.3. Beban Hidup	II-2
2.2.4. Beban Gempa	II-3
2.2.5.1. Peninjauan Terhadap Wilayah Gempa	II-3
2.2.5.2. Menentukan Kategori Resiko Bangunan dan Faktor Keutamaan Gempa	II-5
2.2.5.3. Klasifikasi Situs	II-7
2.2.5.4. Menentukan Koefisien Situs	II-8
2.2.5.5. Parameter Percepatan Spektral Desain	II-10

2.2.5.6.	Spektrum Respons Desain	II-10
2.2.5.7.	Menentukan Kategori Desain Seismik.....	II-12
2.2.5.8.	Koefisien Situs FPGA Untuk Kategori Desain Seismik D hingga F	II-12
2.2.5.9.	Sistem Struktur.....	II-13
2.2.5.	Kombinasi Pembebanan	II-14
2.3	Beton Prategang.....	II-15
2.3.1	Umum	II-15
2.3.2	Prinsip Dasar Beton Prategang	II-16
2.3.2.1	Sistem Beton Prategang Mengubah Beton Menjadi Bahan Yang Elastis.....	II-16
2.3.2.2	Sistem Prategang untuk Kombinasi Baja Mutu-Tinggi dengan Beton	II-19
2.3.2.3	Sistem Prategang untuk Mencapai Perimbangan Beban	II-19
2.3.3	Material Beton Prategang	II-20
2.3.3.1	Beton	II-20
2.3.3.2	Baja Prategang	II-21
2.3.4	Metode Pemberian Gaya Prategang.....	II-22
2.3.4.1	Metode Pratarik (<i>Pretensioned</i>)	II-22
2.3.4.2	Metode Pascatarik (<i>Posttensioned</i>)	II-24
2.3.5	Tahap Pembebanan.....	II-25
2.3.5.1	Tahap Initial	II-25
2.3.5.2	Tahap Final.....	II-25
2.3.6	Kehilangan Prategang (<i>Loss of Prestress</i>).....	II-26
2.3.6.1	Kehilangan Elastis Segera (<i>Immediate Elastic Losses</i>).....	II-26
2.3.6.1.1	Perpendekan Elastis Beton	II-26
2.3.6.1.2	Kehilangan Akibat Friksi	II-27
2.3.6.1.3	Kehilangan Akibat Slip Angkur	II-28
2.3.6.2	Kehilangan Bergantung Waktu (<i>Time-dependent Losses</i>).....	II-28
2.3.6.2.1	Kehilangan Akibat Rangkak (CR) ..	II-29

2.3.6.2.2	Kehilangan Akibat Susut Beton (SH)	II-29
2.3.6.2.3	Kehilangan Akibat Relaksasi Baja ..	II-30
2.4	Prosedur Gaya Lateral Ekuivalen	II-32
2.4.1	Periode Fundamental Struktur	II-32
2.4.2	Gaya Geser Dasar Seismik	II-33
2.4.2.1	Koefisien Respons Seismik.....	II-34
2.4.3	Distribusi Vertikal Gaya Gempa	II-34
2.4.4	Distribusi Horizontal Gaya Seismik	II-35
2.4.5	Faktor Skala Gempa	II-35
2.4.5.1	Penskalaan Gaya	II-35
2.4.5.2	Skala Simpangan Antar Lantai.....	II-36
2.4.6	Simpangan Antar Lantai	II-36
2.4.7	Pengecekan P-Delta	II-37
2.5	Kerangka Berfikir	II-38
2.6	Penelitian Terdahulu	II-40
2.7	Research Gap	II-47
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1	Umum	III-1
3.2	Bagan Alir Penyelesaian Tugas Akhir.....	III-1
3.3	Waktu Penelitian.....	III-3
3.4	Pengumpulan Data.....	III-3
3.5	Studi Literatur	III-8
3.6	<i>Preliminary Design</i>	III-8
3.7	Pembebanan Struktur	III-11
3.8	Analisa Struktur	III-12
3.9	Pengecekan Perilaku Struktur	III-12
3.10	Perencanaan Balok Prategang.....	III-12
3.10.1	Gaya Prategang	III-12
3.10.2	Pemilihan Tendon Prategang.....	III-14
3.10.3	Kehilangan Gaya Prategang	III-14
3.10.4	Kontrol Tegangan	III-14

3.10.5	Kontrol Defleksi	III-15
3.10.6	Penulangan Non Prategang.....	III-15
3.10.7	Kontrol Momen Nominal	III-16
3.10.8	Kontrol Momen Kuat Batas.....	III-16
3.10.9	Kontrol Geser.....	III-17
3.10.10	Daerah Pengangkuran <i>Post-Tension</i>	III-17
3.11	Gambar Output Autocad.....	III-18
BAB IV	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1	Perencanaan Dimensi (<i>Preliminary Design</i>)	IV-1
4.1.1	Perencanaan Dimensi Balok.....	IV-1
4.1.1.1	Perencanaan Dimensi Balok Prategang	IV-1
4.1.1.2	Perencanaan Dimensi Balok Beton Bertulang	IV-2
4.1.1.3	Perencanaan Dimensi Balok Kantilever.....	IV-3
4.1.1.4	Perencanaan Dimensi Balok Anak.....	IV-4
4.1.2	Perencanaan Dimensi Pelat Beton Bertulang	IV-4
4.1.3	Perencanaan Dimensi Kolom	IV-5
4.2	Pembebanan	IV-9
4.2.1	Beban Mati.....	IV-9
4.2.2	Beban Hidup (LL).....	IV-10
4.2.3	Beban Gempa (EL).....	IV-11
4.3	Permodelan Struktur	IV-15
4.4	Analisis Struktur	IV-16
4.4.1	Umum	IV-16
4.4.2	Periode Fundamental	IV-16
4.4.3	Gaya Geser Gempa	IV-19
4.4.4	Pemeriksaan Simpangan Antar Lantai.....	IV-25
4.4.5	Pengecekan P-Delta	IV-28
4.5	Perencanaan Struktur Balok Beton Prategang	IV-31
4.5.1	Data Perencanaan.....	IV-31
4.5.2	Tegangan Ijin Baja dan Beton	IV-32
4.5.3	Output Gaya Dalam	IV-33

4.5.4	Penentuan Jumlah Tendon, Gaya Prategang dan Eksentrisitas.....	IV-34
4.5.4.1	Analisis Penampang.....	IV-34
4.5.4.2	Penentuan Strand dan Tendon.....	IV-35
4.5.4.3	Penentuan Gaya Prategang Awal.....	IV-35
4.5.4.4	Penentuan Tata Letak Tendon Awal.....	IV-35
4.5.5	Kehilangan Gaya Prategang.....	IV-36
4.5.5.1	Perpendekan Elastis Beton (ES).....	IV-36
4.5.5.2	Friksi (FR).....	IV-37
4.5.5.3	Slip Angkur (ANC).....	IV-37
4.5.5.4	Rangkak (CR).....	IV-38
4.5.5.5	Susut (SH).....	IV-38
4.5.5.6	Relaksasi Baja (R).....	IV-39
4.5.5.7	Total Kehilangan.....	IV-40
4.5.6	Kontrol Gaya Prategang.....	IV-40
4.5.7	Kabel Konkordan (<i>C-Line</i>).....	IV-45
4.5.8	Kontrol Gaya Prategang Adanya Eksentrisitas Baru Pada Kabel Tendon (<i>C-Line</i>).....	IV-47
4.5.9	Perencanaan Tulangan Non-Prategang.....	IV-49
4.5.9.1	Desain Tulangan dan Kontrol Momen Nominal.....	IV-50
4.5.9.2	Kontrol Momen Kuat Batas.....	IV-67
4.5.10	Perencanaan Tulangan Geser.....	IV-69
4.5.10.1	Tulangan Geser di Daerah Sendi Plastis.....	IV-72
4.5.10.2	Tulangan Geser di Daerah Sendi Luar Sendi Plastis.....	IV-80
4.5.10.3	Kontrol Geser.....	IV-84
4.5.11	Analisis Penampang Retak (Kelas C).....	IV-87
4.5.12	Kontrol Lendutan.....	IV-100
4.5.12.1	Lendutan Saat <i>Jacking</i>	IV-101
4.5.12.2	Lendutan Saat Beban Layan.....	IV-101
4.5.13	Pengangkuran Ujung.....	IV-102
4.5.13.1	Analisis Bearing Stress Penarikan Tendon.....	IV-103

4.5.13.2	Desain Tulangan Horizontal Bursting.....	IV-104
4.6	Perencanaan Struktur Balok Beton Bertulang	IV-105
4.6.1	Data Perencanaan.....	IV-105
4.6.2	Output Gaya Dalam	IV-106
4.6.3	Cek Syarat Balok Sebagai Batang Lentur	IV-106
4.6.4	Desain Tulangan Longitudinal untuk Menahan Lentur...IV-107	
4.6.5	Perencanaan Tulangan Geser.....	IV-119
4.6.5.1	Tulangan Geser di Daerah Sendi Plastis	IV-122
4.6.5.2	Tulangan Geser di Daerah Sendi Luar Sendi Plastis	IV-126
4.7	Hasil Perbandingan Balok Beton Bertulang dengan Balok Beton Prategang.....	IV-128
BAB V	PENUTUP	V-1
5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-1
DAFTAR PUSTAKA	Pustaka-1
LAMPIRAN	Lampiran-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Beban mati berat sendiri dan beban mati tambahan	II-2
Tabel 2. 2	Beban hidup	II-3
Tabel 2. 3	Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban gempa ..	II-5
Tabel 2. 4	Faktor keutamaan gempa	II-7
Tabel 2. 5	Faktor keutamaan gempa untuk gedung data center	II-7
Tabel 2. 6	Klasifikasi situs	II-8
Tabel 2. 7	Koefisien situs, F_a	II-8
Tabel 2. 8	Koefisien situs, F_v	II-9
Tabel 2. 9	Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek	II-12
Tabel 2. 10	Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik.....	II-12
Tabel 2. 11	Koefisien Situs <i>FPGA</i>	II-13
Tabel 2. 12	Faktor R , C_d , Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik	II-13
Tabel 2. 13	Kombinasi pembebanan	II-14
Tabel 2. 14	Tipe karakteristik dari kawat (wire) dan untaian kawat (strands) prategang stress-relieved	II-22
Tabel 2. 15	Koefisien-koefisien gesekan untuk tendon-tendon pasca-tarik.....	II-27
Tabel 2. 16	Nilai K_{sh} untuk komponen struktur pasca-tarik.....	II-30
Tabel 2. 17	Nilai-nilai K_{re} dan J	II-31
Tabel 2. 18	Nilai-nilai C	II-31
Tabel 2. 19	Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung	II-33
Tabel 2. 20	Nilai parameter perioda pendekatan C_t dan x	II-33
Tabel 2. 21	Simpangan antar lantai ijin	II-37
Tabel 2. 22	Penelitian Terdahulu.....	II-40
Tabel 2. 23	Research Gap.....	II-47
Tabel 3.1	Fungsi dan elevasi tiap lantai pada gedung	III-4
Tabel 3. 2	Tebal minimum pelat satu arah jika lendutan tidak dihitung	III-9
Tabel 3. 3	Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang tanpa balok interior	III-10
Tabel 3. 4	Strand, kawat dan tulangan prategang.....	III-13
Tabel 3. 5	Tegangan tarik izin maksimum tulangan prategang.....	III-13
Tabel 3. 6	Batasan tegangan tekan beton sesaat setelah transfer gaya prategang	III-15
Tabel 3. 7	Batasan tegangan tarik beton sesaat setelah transfer gaya prategang, tanpa penambahan tulangan terlekat di daerah tarik.....	III-15
Tabel 3. 8	Batasan tegangan tekan beton saat beban layan	III-15
Tabel 4. 1	Rekapitulasi dimensi balok beton bertulang.....	IV-2
Tabel 4. 2	Rekapitulasi dimensi balok anak	IV-4
Tabel 4. 3	Perhitungan rasio kekakuan.....	IV-5

Tabel 4. 4	Beban yang ada pada lantai atap	IV-6
Tabel 4. 5	Beban yang ada pada lantai 3-8	IV-7
Tabel 4. 6	Beban yang ada pada lantai 1-2	IV-7
Tabel 4. 7	Perencanaan dimensi kolom	IV-8
Tabel 4. 8	Parameter Respons Spectra	IV-11
Tabel 4. 9	Periode Fundamental dan Percepatan Respons Spektra	IV-12
Tabel 4. 10	Modal participating mass ratio	IV-17
Tabel 4. 11	Berat seismik efektif hasil ETABS	IV-22
Tabel 4. 12	Gaya geser dasar V_t ETABS	IV-23
Tabel 4. 13	Gaya geser dasar V_t ETABS setelah memasukkan skala baru	IV-24
Tabel 4. 14	Data story drift arah x dan arah y	IV-25
Tabel 4. 15	Simpangan antar lantai arah x	IV-26
Tabel 4. 16	Simpangan antar lantai arah y	IV-27
Tabel 4. 17	Berat struktur tiap lantai	IV-28
Tabel 4. 18	Gaya geser gempa dinamis (SPECX dan SPECY)	IV-28
Tabel 4. 19	P-Delta arah X	IV-30
Tabel 4. 20	P-Delta arah Y	IV-30
Tabel 4. 21	Output gaya dalam terbesar akibat berat sendiri dan service	IV-33
Tabel 4. 22	Tata Letak Tendon Awal	IV-36
Tabel 4. 23	Total kehilangan gaya prategang	IV-40
Tabel 4. 24	Kontrol gaya prategang saat transfer	IV-44
Tabel 4. 25	Kontrol gaya prategang setelah kehilangan gaya prategang	IV-44
Tabel 4. 26	Momen prategang akibat beban ekuivalen prategang	IV-47
Tabel 4. 27	Eksentrisitas baru pada kabel tendon (C-Line)	IV-47
Tabel 4. 28	Kontrol gaya prategang saat transfer adanya eksentrisitas baru pada kabel tendon	IV-48
Tabel 4. 29	Kontrol gaya prategang efektif adanya eksentrisitas baru pada kabel tendon	IV-48
Tabel 4. 30	Tulangan lentur dan tendon pada balok prategang	IV-66
Tabel 4. 31	Hasil kontrol momen retak pada span 1	IV-69
Tabel 4. 32	Gaya geser pada balok di muka kolom	IV-73
Tabel 4. 33	Rekapitulasi kebutuhan tulangan transversal	IV-84
Tabel 4. 34	Kontrol kekuatan geser	IV-86
Tabel 4. 35	Nilai Δf_{ps} dan Δf_s	IV-100
Tabel 4. 36	Kontrol lendutan	IV-102
Tabel 4. 37	Output gaya dalam terbesar terfaktor	IV-106
Tabel 4. 38	Tulangan lentur balok beton bertulang	IV-119
Tabel 4. 39	Gaya geser pada balok di muka kolom	IV-122
Tabel 4. 40	Tabel kebutuhan tulangan geser pada balok beton bertulang	IV-128
Tabel 4. 41	Hasil perbandingan antara balok beton bertulang dengan balok beton prategang	IV-128

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Parameter spectra percepatan gempa untuk perioda pendek 0,2 detik (S_s)	II-4
Gambar 2.2	Parameter spectra percepatan gempa untuk perioda 1 detik (S_1).....	II-4
Gambar 2.3	Spektrum respons desain.....	II-11
Gambar 2.4	Peta transisi periode panjang, T_L , wilayah Indonesia.....	II-11
Gambar 2.5	Distribusi tegangan sepanjang penampang beton prategang konsentris	II-16
Gambar 2.6	Distribusi tegangan sepanjang penampang beton prategang eksentris.....	II-17
Gambar 2.7	Pengaruh gaya prategang	II-18
Gambar 2.8	Momen penahan internal pada balok beton prategang dan beton bertulang.....	II-19
Gambar 2.9	Balok prategang dengan tendon parabola	II-20
Gambar 2.10	Prosedur pemberian gaya prategang pratarik	II-23
Gambar 2.11	Prosedur pemberian gaya prategang pascatarik	II-24
Gambar 2.12	Kerangka Berfikir.....	II-39
Gambar 3.1	Bagan alir penelitian	III-3
Gambar 3.2	Denah bangunan lantai GF (U1)	III-5
Gambar 3.3	Denah bangunan lantai UG (Mezzanine).....	III-5
Gambar 3.4	Denah bangunan lantai 3-8.....	III-6
Gambar 3.5	Denah bangunan lantai 9 (Roof 1)	III-6
Gambar 3.6	Denah bangunan roof 2	III-7
Gambar 3.7	Denah bangunan roof 3	III-7
Gambar 4.1	Posisi balok prategang yang ditinjau.....	IV-1
Gambar 4.2	Posisi balok beton bertulang yang ditinjau	IV-2
Gambar 4.3	Perencanaan tributary area	IV-6
Gambar 4.4	Grafik Respons Spektra Tanah Sedang Daerah Jakarta.....	IV-15
Gambar 4.5	Permodelan pada program bantu software ETABS	IV-16
Gambar 4.6	Modal case data.....	IV-17
Gambar 4.7	Grafik simpangan antar lantai terhadap tinggi lantai	IV-27
Gambar 4.8	Grafik P-Delta	IV-31
Gambar 4.9	Perencanaan balok prategang	IV-31
Gambar 4.10	Beban ekuivalen akibat gaya prategang disepanjang bentang	IV-45
Gambar 4.11	Beban ekuivalen akibat gaya prategang.....	IV-46
Gambar 4.12	Pemasangan pada angkur hidup dan angkur mati	IV-103

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A (KARTU ASISTENSI) Lampiran-2
LAMPIRAN B (GAMBAR OUTPUT CAD 2D)..... Lampiran-4
LAMPIRAN C (BIODATA PENULIS)..... Lampiran-7

