

DAFTAR ISI

| | |
|---------------------------------|-----|
| Lembar Pengesahan | i |
| Kata Pengantar | ii |
| Abstrak | iv |
| <i>Abstract</i> | v |
| Lembar Pernyataan Keaslian..... | vi |
| Daftar Isi..... | vii |
| Daftar Gambar..... | xi |
| Daftar Tabel | xv |

BAB 1 PENDAHULUAN

| | |
|---------------------------------|---|
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Identifikasi Masalah..... | 5 |
| 1.3 Batasan Masalah | 5 |
| 1.4 Rumusan Masalah..... | 6 |
| 1.5 Tujuan Penelitian | 6 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 7 |

BAB 2 DASAR TEORI

| | |
|--|----|
| 2.1 <i>Flat Slab</i> | 8 |
| 2.1.1 Lendutan (Defleksi) | 11 |
| 2.1.2 Momen Lentur (<i>Equivalent Frame Method</i>)..... | 18 |

| | |
|--|----|
| 2.2 <i>Post-Tension Method</i> | 27 |
| 2.2 Penempatan Profil Tendon..... | 28 |
| 2.4 Pembebanan dan Beban Penyeimbang..... | 30 |
| 2.5 Tahap Transfer | 32 |
| 2.6 Tahap Service..... | 32 |
| 2.7 <i>Losses of Prestress</i> (Kehilangan Prategang)..... | 32 |
| 2.7.1 <i>Elastic Shortening Losses</i> | 33 |
| 2.7.2 <i>Friction Losses</i> | 38 |
| 2.7.3 <i>Wedge Set Losses</i> | 40 |
| 2.7.4 <i>Creep of Concrete Losses</i> | 43 |
| 2.7.5 <i>Shrinkage Losses</i> | 44 |
| 2.7.6 <i>Steel Relaxation of Concrete Losses</i> | 46 |
| 2.8 Penulangan Pelat Dua Arah | 47 |

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

| | |
|---------------------------------|----|
| 3.1 Konsep Penelitian | 49 |
| 3.2 Proses Penelitian..... | 49 |
| 3.2.1. Studi Literatur | 51 |
| 3.2.2. Pengumpulan Data..... | 51 |
| 3.2.3. Modelisasi Stuktur | 52 |
| 3.2.4. Pembebanan | 53 |
| 3.2.4.1 Beban Tetap | 53 |
| 3.2.4.1 Beban Hidup | 53 |

| | |
|--|----|
| 3.2.5. Karakteristik Material | 54 |
| 3.2.6. Pemodelan <i>Flat Slab</i> | 56 |
| 3.2.7. Penempatan Tendon..... | 58 |
| 3.2.8. Kehilangan Gaya Prategang..... | 59 |
| 3.2.9. Penulangan <i>Flat Slab</i> | 62 |

BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

| | |
|--|-----|
| 4.1 Batasan Span..... | 63 |
| 4.2 Pembebanan dan Kombinasi Pembebanan | 63 |
| 4.3 <i>Flat Slab</i> Metode Konvensional | 58 |
| 4.3.1 Analisa Lendutan Pelat | 68 |
| 4.3.2 Batasan Lendutan | 72 |
| 4.3.3 Batasan Gaya Geser | 76 |
| 4.3.4 Portal Ekuivalen..... | 79 |
| 4.3.5 Penulangan <i>Flat Slab</i> Konvensional | 85 |
| 4.4 <i>Flat Slab</i> Metode <i>Post-Tension</i> | 87 |
| 4.4.1 Langkah Desain <i>Flat Slab Post-Tension</i> | 91 |
| 4.4.2 Tegangan Izin..... | 95 |
| 4.4.3 Perhitungan Kehilangan Gaya Prategang | 100 |
| 4.4.4 Penulangan <i>Flat Slab Post-Tension</i> | 114 |
| 4.4.5 Kuat Geser <i>Flat Slab Post-Tension</i> | 115 |
| 4.4.6 Batasan Lendutan <i>Flat Slab Post-Tension</i> | 117 |
| 4.5 Perbandingan Efisiensi | 119 |

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan 125

5.2 Saran 125

DAFTAR PUSTAKA 127

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 1.1 | <i>Flat Plate and Flat Slab</i> | 1 |
| Gambar 1.2 | <i>Waffle Slab</i> | 2 |
| Gambar 1.3 | Pelat dan Balok..... | 3 |
| Gambar 1.4 | Macam Tipe <i>Flat Slab</i> | 4 |
| Gambar 1.5 | Pemodelan dengan <i>Finite Element Program</i> | 5 |
| Gambar 1.6 | Denah Pelat..... | 6 |
| Gambar 2.1 | <i>Flat Slab</i> dengan <i>Column Capital</i> dan <i>Drop Panel</i> | 8 |
| Gambar 2.2 | <i>Difference in Height Between Slab-Beam and Flat Slab</i> | 10 |
| Gambar 2.3 | <i>Flat Slab Formwork</i> | 11 |
| Gambar 2.4 | Perletakan Bidang Sebelum Terjadi Deformasi dan Setelah Berdeformasi..... | 12 |
| Gambar 2.5 | Sketsa Lendutan Pelat Kontinu | 15 |
| Gambar 2.6 | Pembebanan Papan Catur <i>Live Load</i> | 17 |
| Gambar 2.7 | Pelat Lantai Tipikal | 19 |
| Gambar 2.8 | Rangka Portal Ekuivalen Dalam (Interior)..... | 20 |
| Gambar 2.9 | Transfer Momen Antara Pelat dan Kolom | 20 |
| Gambar 2.10 | Kolom Ekuivalen..... | 21 |
| Gambar 2.11 | Daerah Torsional Pelat | 22 |
| Gambar 2.12 | Dimensi Pelat Balok Torsional..... | 23 |
| Gambar 2.13 | Transfer Beban Vertikal dan Pelat Lantai ke Kolom | 24 |
| Gambar 2.14 | Penampang Kritis Geser-Pons Berdasarkan Bentuk | |

| | |
|---|----|
| Penampang Kolom | 25 |
| Gambar 2.15 Penampang Kritis pada Keruntuhan Geser-Pons | 26 |
| Gambar 2.16 Proses <i>Post-Tension</i> | 27 |
| Gambar 2.17 Tata Letak Tendon Ideal..... | 28 |
| Gambar 2.18 Tata Letak Tendon Sebenarnya | 29 |
| Gambar 2.19 <i>After Stressing</i> | 30 |
| Gambar 2.20 <i>Elastic Shortening</i> | 34 |
| Gambar 2.21 Diagram Tegangan (<i>Elastic Shortening</i>)..... | 36 |
| Gambar 2.22 Sudut <i>Friction Losses</i> | 39 |
| Gambar 2.23 Diagram <i>Losses</i> | 41 |
| Gambar 2.24 Grafik <i>f_{pi}/f_{py} Steel Relaxation Losses</i> | 46 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir..... | 50 |
| Gambar 3.2 <i>Punching Shear</i> | 53 |
| Gambar 3.3 Input Material Beton..... | 54 |
| Gambar 3.4 Input Material Baja..... | 54 |
| Gambar 3.5 Karakteristik tulangan utama..... | 55 |
| Gambar 3.6 Karakteristik tulangan sengkang | 55 |
| Gambar 3.7 Karakteristik <i>Strand</i> | 56 |
| Gambar 3.8 Denah Pelat Lantai 10 m x 10 m | 56 |
| Gambar 3.9 Denah Desain Strip Pelat..... | 57 |
| Gambar 3.10 <i>Slab Properties</i> | 57 |
| Gambar 3.11 <i>Drop Panel Properties</i> | 58 |
| Gambar 3.12 Penempatan Tendon | 58 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Gambar 4.1 | Kombinasi Pembebanan Beton..... | 66 |
| Gambar 4.2 | Kombinasi Pembebanan Beton Prategang..... | 67 |
| Gambar 4.3 | Sketsa Panel Pelat..... | 68 |
| Gambar 4.4 | Lendutan <i>Flat Slab</i> dengan <i>Drop Panel</i> akibat DL dan LL | 72 |
| Gambar 4.5 | Lendutan <i>Flat Slab</i> tanpa <i>Drop Panel</i> akibat DL dan LL | 73 |
| Gambar 4.6 | Dimensi <i>Drop Panel</i> | 74 |
| Gambar 4.7 | <i>Critical Section Slab with Drop Panel</i> | 75 |
| Gambar 4.8 | Grafik Lendutan Jangka Pendek..... | 75 |
| Gambar 4.9 | Grafik Lendutan Jangka Panjang..... | 76 |
| Gambar 4.10 | <i>Critical Section and Tributary Areas for Shear in a Flat Plate</i> ... | 77 |
| Gambar 4.11 | Denah Portal Ekuivalen | 79 |
| Gambar 4.12 | Portal Ekuivalen | 79 |
| Gambar 4.13 | Diagram Momen <i>Flat Slab</i> Konvensional..... | 84 |
| Gambar 4.14 | Letak Tendon Pada Pelat | 89 |
| Gambar 4.15 | Persyaratan Tegangan Izin | 96 |
| Gambar 4.16 | Sudut Dalam untuk <i>Friction Losses-1</i> | 101 |
| Gambar 4.17 | Sudut Dalam untuk <i>Friction Losses-2</i> | 101 |
| Gambar 4.18 | Sudut Dalam untuk <i>Friction Losses-3</i> | 102 |
| Gambar 4.19 | Grafik <i>Percentage Losses</i> | 107 |
| Gambar 4.20 | Grafik Kehilangan Gaya Prategang Transfer dan Service..... | 108 |
| Gambar 4.21 | <i>Load Balancing</i> pada Kondisi Transfer..... | 109 |
| Gambar 4.22 | <i>Load Balancing</i> pada Kondisi Service | 110 |
| Gambar 4.23 | Diagram Momen <i>Ultimate Strength</i> (1,2DL+1,6LL+1,0PT) | 114 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Gambar 4.24 | Pemodelan <i>Flat Slab Post-Tension</i> pada <i>Finite Element Program</i> | 115 |
| Gambar 4.25 | Diagram Momen <i>Flat Slab Post-Tension</i> | 116 |
| Gambar 4.25 | Diagram <i>Shear Force</i> pada <i>Finite Element Program</i> | 117 |
| Gambar 4.26 | Lendutan Jangka Panjang (DL+LL) <i>Flat Slab Post-Tension</i> | 118 |
| Gambar 4.27 | Lendutan Jangka Pendek (LL) <i>Flat Slab Post-Tension</i> | 119 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|---|-----|
| Tabel 2.1 | Tebal minimum pelat tanpa balok interior | 9 |
| Tabel 2.2 | Lendutan izin maksimum | 17 |
| Tabel 2.3 | <i>Wobble and curvature coefficient</i> | 40 |
| Tabel 2.4 | Nilai λ dan X untuk berbagai profil tendon (Naaman, 1982)..... | 43 |
| Tabel 2.5 | Tabel koefisien susut K_{sh} | 45 |
| Tabel 2.6 | <i>Relaxation losses for prestressing steel at 1000 H at 27°C</i> | 47 |
| Tabel 4.1 | Daftar berat jenis material..... | 63 |
| Tabel 4.2 | Beban hidup terdistribusi merata minimum, L_0 dan Beban hidup terpusat minimum | 64 |
| Tabel 4.3 | Lendutan Pelat..... | 70 |
| Tabel 4.4 | Lendutan Maksimum Pelat..... | 71 |
| Tabel 4.5 | <i>Typical values of anchorage slip</i> | 103 |