

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
KATA PENGANTAR	iii
<i>ABSTRAK</i>	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR NOTASI	xx
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Rumusan Masalah.....	3
1.5. Tujuan Penelitian	4
BAB 2 DASAR TEORI	5
2.1. Pelat	5
2.2. <i>Hollow Core Slab</i> (HCS).....	9
2.2.1. Konsep Dasar <i>Hollow Core Slab</i>	10
2.2.2. Kuat Geser pada <i>Hollow Core Slab</i>	10
2.2.3. Metode Produksi <i>Hollow Core Slab</i>	11
2.2.4. Kelebihan dan Kekurangan <i>Hollow Core Slab</i>	11
2.2.5. Material <i>Hollow Core Slab</i>	12
2.3. Konsep Dasar Prategang.....	13
2.3.1. Sistem Prategang Untuk Mengubah Material Beton Yang Getas Menjadi Elastis	16
2.3.2. Sistem Prategang Untuk Mengkombinasikan Baja Mutu Tinggi Dengan Beton	18
2.3.3. Sistem Prategang Untuk Menyeimbangkan Beban.....	19

2.4. Metode Elemen Hingga (<i>Finite Element Method</i>).....	20
2.4.1. Diskretisasi Dan Menentukan Jenis Elemen.....	22
2.4.2. Memilih Fungsi <i>Displacement</i>	23
2.4.3. Mendefinisikan Hubungan <i>Strain/Displacement</i> Dan <i>Stress/Strain</i>	24
2.4.4. Menurunkan Persamaan Dan Matriks Kekakuan Elemen	24
2.4.5. Merakit Persamaan Elemen Untuk Mendapatkan Persamaan Global Atau Total Dan Kondisi Batas	25
2.4.6. Menghitung Derajat Kebebasan.....	25
2.4.7. Menghitung Elemen <i>Stress</i> Dan <i>Strain</i>	26
2.4.8. Menafsirkan Hasil.....	26
2.4.9. Keuntungan Metode Elemen Hingga.....	26
2.4.10. <i>Interface Models</i>	27
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	29
3.1. Tahapan Penelitian.....	29
3.2. Prosedur Penelitian	29
3.2.1. Data Penampang	31
3.2.2. Pemodelan MIDAS FEA	33
3.2.3. Analisis <i>Hollow Core Slab</i>	33
3.2.4. Optimalisasi Bentuk Lubang.....	34
3.2.5. Pembahasan Hasil Analisis	35
3.3. Verifikasi Metode Elemen Hingga Terhadap Perhitungan Manual	35
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1. Pendahuluan.....	38
4.2. Hasil Analisis <i>Hollow Core Slab</i> Tanpa Diberikan Gaya Prestress Dengan Bentuk Penampang Lingkaran	39
4.2.1. Pelat 4 m Dengan 12 <i>Wire</i> (G11).....	41
4.2.2. Pelat 4 m Dengan 14 <i>Wire</i> (G12).....	42
4.2.3. Pelat 4 m Dengan 16 <i>Wire</i> (G13).....	44
4.2.4. Pelat 4.25 m Dengan 12 <i>Wire</i> (G21).....	46
4.2.5. Pelat 4.25 m Dengan 14 <i>Wire</i> (G22).....	47
4.2.6. Pelat 4.25 m Dengan 16 <i>Wire</i> (G23).....	49

4.2.7.	Pelat 4.5 m Dengan 12 <i>Wire</i> (G31).....	51
4.2.8.	Pelat 4.5 m Dengan 14 <i>Wire</i> (G32).....	52
4.2.9.	Pelat 4.5 m Dengan 16 <i>Wire</i> (G33).....	54
4.2.10.	Pelat 4.75 m Dengan 12 <i>Wire</i> (G41).....	56
4.2.11.	Pelat 4.75 m Dengan 14 <i>Wire</i> (G42).....	57
4.2.12.	Pelat 4.75 m Dengan 16 <i>Wire</i> (G43).....	59
4.2.13.	Pelat 5 m Dengan 12 <i>Wire</i> (G51).....	61
4.2.14.	Pelat 5 m Dengan 14 <i>Wire</i> (G52).....	62
4.2.15.	Pelat 5 m Dengan 16 <i>Wire</i> (G53).....	64
4.2.16.	Rekapitulasi Hasil Analisis HCS Tanpa Gaya Prestress.....	66
4.3.	Hasil Analisis <i>Hollow Core Slab</i> Menggunakan Gaya Prestress Dengan Bentuk Penampang Lingkaran	67
4.3.1.	Pelat 4 m Dengan 12 <i>Wire</i> (H11).....	69
4.3.2.	Pelat 4 m Dengan 14 <i>Wire</i> (H12).....	70
4.3.3.	Pelat 4 m Dengan 16 <i>Wire</i> (H13).....	72
4.3.4.	Pelat 4.25 m Dengan 12 <i>Wire</i> (H21).....	74
4.3.5.	Pelat 4.25 m Dengan 14 <i>Wire</i> (H22).....	75
4.3.6.	Pelat 4.25 m Dengan 16 <i>Wire</i> (H23).....	77
4.3.7.	Pelat 4.5 m Dengan 12 <i>Wire</i> (H31).....	79
4.3.8.	Pelat 4.5 m Dengan 14 <i>Wire</i> (H32).....	80
4.3.9.	Pelat 4.5 m Dengan 16 <i>Wire</i> (H33).....	82
4.3.10.	Pelat 4.75 m Dengan 12 <i>Wire</i> (H41).....	84
4.3.11.	Pelat 4.75 m Dengan 14 <i>Wire</i> (H42).....	85
4.3.12.	Pelat 4.75 m Dengan 16 <i>Wire</i> (H43).....	87
4.3.13.	Pelat 5 m Dengan 12 <i>Wire</i> (H51).....	89
4.3.14.	Pelat 5 m Dengan 14 <i>Wire</i> (H52).....	90
4.3.15.	Pelat 5 m Dengan 16 <i>Wire</i> (H53).....	92
4.3.16.	Rekapitulasi Hasil Analisis HCS Dengan Gaya Prestress	94
4.4.	Hasil Analisis <i>Hollow Core Slab</i> Menggunakan Gaya Prestress Dengan Bentuk Penampang Bervariasi	97
4.4.1.	Penampang A (A11)	97

4.4.2.	Penampang B (B11).....	99
4.4.3.	Penampang C (C11).....	101
4.4.4.	Penampang D (D11)	102
4.4.5.	Penampang E (E11)	104
4.4.6.	Penampang F (F11).....	106
4.4.7.	Rekapitulasi Hasil Analisis HCS Dengan Variasi Bentuk Lubang	107
4.5.	Pembahasan	109
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		113
5.1.	Kesimpulan.....	113
5.2.	Saran	113
DAFTAR PUSTAKA		115
LAMPIRAN.....		117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pelat Satu Arah (<i>One Way Slab</i>) (Wight & MacGregor, 2011).....	5
Gambar 2.2 <i>Flat Plate</i> (Wight & MacGregor, 2011).....	6
Gambar 2.3 <i>Waffle Slab</i> (Wight & MacGregor, 2011).....	7
Gambar 2.4 <i>Flat Slab</i> (Wight & MacGregor, 2011).....	7
Gambar 2.5 <i>Two-way Slab with Beams</i> (Wight & MacGregor, 2011).....	8
Gambar 2.6 <i>Hollow Core Slab</i> Secara 3D (https://3dwarehouse.sketchup.com) ...	9
Gambar 2.7 Jenis-Jenis Baja Untuk Beton Prategang (Hurst, 1988).....	13
Gambar 2.8 Langkah-Langkah <i>Pre-Tensioning</i> (https://www.quora.com).....	14
Gambar 2.9 Langkah-Langkah <i>Post-Tensioning</i> (https://www.quora.com).....	15
Gambar 2.10 Tendon Konsentris Dengan Gaya Prategang (Leo, 2020).....	17
Gambar 2.11 Tendon Konsentris Dengan Gaya Prategang, Beban Luar dan Beban Sendiri (Leo, 2020).....	17
Gambar 2.12 Tendon Eksentris Dengan Beban Prategang (Leo, 2020).....	18
Gambar 2.13 Momen Penahan Internal Pada Balok Beton Prategang Dan Beton Bertulang (Lin & Burns, 1963).....	18
Gambar 2.14 Balok Beton Yang Menggunakan Baja Mutu Tinggi (Lin & Burns, 1963).....	19
Gambar 2.15 Balok Prategang Dengan Tendon Parabola (Lin & Burns, 1963)...	20
Gambar 2.16 Elemen Garis/Batang (Logan, 2002).....	22
Gambar 2.17 Elemen 2 Dimensi (Logan, 2002).....	23
Gambar 2.18 Elemen 3 Dimensi (Logan, 2002).....	23
Gambar 2.19 Elemen <i>Axisymmetric</i> (Logan, 2002).....	23
Gambar 2.20 Diskrit Model Pasangan Bata (https://dianafea.com).....	28
Gambar 2.21 Diskrit Sederhana Pemodelan Untuk Pasangan Bata (https://dianafea.com).....	28
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	30
Gambar 3.2 Variasi Bentuk Lubang Pada <i>Hollow Core Slab</i> (Buettner & Becker, 1998).....	34

Gambar 3.3 Variasi Bentuk Lubang Pada <i>Hollow Core Slab</i> (Albero, Saura, Hospitaler, Montalv�, & L.Romero, 2018).....	35
Gambar 3.4 <i>Displacement</i> Pada Pelat	36
Gambar 3.5 Tegangan Pada Pelat	36
Gambar 4.1 Contoh <i>Hollow Core Slab</i> Dengan 12 <i>Wire</i>	38
Gambar 4.2 Contoh <i>Hollow Core Slab</i> Dengan 14 <i>Wire</i>	38
Gambar 4.3 Contoh <i>Hollow Core Slab</i> Dengan 16 <i>Wire</i>	39
Gambar 4.4 Tampak <i>Isometric Hollow Core Slab</i>	39
Gambar 4.5 Tampak Samping <i>Hollow Core Slab</i>	40
Gambar 4.6 Bentuk Penampang <i>Hollow Core Slab</i>	40
Gambar 4.7 Beban Pada <i>Hollow Core Slab</i>	40
Gambar 4.8 Perletakan Pada <i>Hollow Core Slab</i>	41
Gambar 4.9 <i>Displacement</i> Pada Model G11	41
Gambar 4.10 Tegangan Pada Model G11	42
Gambar 4.11 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model G11	42
Gambar 4.12 <i>Displacement</i> Pada Model G12.....	43
Gambar 4.13 Tegangan Pada Model G12	43
Gambar 4.14 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model G12	43
Gambar 4.15 <i>Displacement</i> Pada Model G13.....	44
Gambar 4.16 Tegangan Pada Model G13	44
Gambar 4.17 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model G13	45
Gambar 4.18 Perbandingan <i>Load Capacity</i> Model G11, G12 dan G13	45
Gambar 4.19 Perbandingan <i>Displacement</i> Model G11, G12 dan G13	46
Gambar 4.20 <i>Displacement</i> Pada Model G21	46
Gambar 4.21 Tegangan Pada Model G21	47
Gambar 4.22 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model G21	47
Gambar 4.23 <i>Displacement</i> Pada Model G22.....	48
Gambar 4.24 Tegangan Pada Model G22	48
Gambar 4.25 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model G22	48
Gambar 4.26 <i>Displacement</i> Pada Model G23.....	49
Gambar 4.27 Tegangan Pada Model G23	49

Gambar 4.28 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model G23	50
Gambar 4.29 Perbandingan <i>Load Capacity</i> Model G21, G22 dan G23	50
Gambar 4.30 Perbandingan <i>Displacement</i> Model G21, G22 dan G23	51
Gambar 4.31 <i>Displacement</i> Pada Model G31	51
Gambar 4.32 Tegangan Pada Model G31	52
Gambar 4.33 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model G31	52
Gambar 4.34 <i>Displacement</i> Pada Model G32.....	53
Gambar 4.35 Tegangan Pada Model G32	53
Gambar 4.36 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model G32	53
Gambar 4.37 <i>Displacement</i> Pada Model G33.....	54
Gambar 4.38 Tegangan Pada Model G33	54
Gambar 4.39 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model G33	55
Gambar 4.40 Perbandingan <i>Load Capacity</i> Model G31, G32 dan G33	55
Gambar 4.41 Perbandingan <i>Displacement</i> Model G31, G32 dan G33	56
Gambar 4.42 <i>Displacement</i> Pada Model G41	56
Gambar 4.43 Tegangan Pada Model G41	57
Gambar 4.44 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model G41	57
Gambar 4.45 <i>Displacement</i> Pada Model G42.....	58
Gambar 4.46 Tegangan Pada Model G42	58
Gambar 4.47 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model G42	58
Gambar 4.48 <i>Displacement</i> Pada Model G43.....	59
Gambar 4.49 Tegangan Pada Model G43	59
Gambar 4.50 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model G43	60
Gambar 4.51 Perbandingan <i>Load Capacity</i> Model G41, G42 dan G43	60
Gambar 4.52 Perbandingan <i>Displacement</i> Model G41, G42 dan G43	61
Gambar 4.53 <i>Displacement</i> Pada Model G51	61
Gambar 4.54 Tegangan Pada Model G51	62
Gambar 4.55 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model G51	62
Gambar 4.56 <i>Displacement</i> Pada Model G52.....	63
Gambar 4.57 Tegangan Pada Model G52	63
Gambar 4.58 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model G52	63

Gambar 4.59 <i>Displacement</i> Pada Model G53.....	64
Gambar 4.60 Tegangan Pada Model G53	64
Gambar 4.61 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model G53	65
Gambar 4.62 Perbandingan <i>Load Capacity</i> Model G51, G52 dan G53	65
Gambar 4.63 Perbandingan <i>Displacement</i> Model G51, G52 dan G53	66
Gambar 4.64 Perbandingan <i>Load Capacity</i> Model G.....	66
Gambar 4.65 Perbandingan <i>Displacement</i> Model G.....	67
Gambar 4.66 Tampak <i>Isometric Hollow Core Slab</i>	67
Gambar 4.67 Tampak Samping <i>Hollow Core Slab</i>	68
Gambar 4.68 Bentuk Penampang <i>Hollow Core Slab</i>	68
Gambar 4.69 Beban Pada <i>Hollow Core Slab</i>	68
Gambar 4.70 Perletakan Pada <i>Hollow Core Slab</i>	69
Gambar 4.71 <i>Displacement</i> Pada Model H11	69
Gambar 4.72 Tegangan Pada Model H11	70
Gambar 4.73 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model H11	70
Gambar 4.74 <i>Displacement</i> Pada Model H12.....	71
Gambar 4.75 Tegangan Pada Model H12	71
Gambar 4.76 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model H12	71
Gambar 4.77 <i>Displacement</i> Pada Model H13.....	72
Gambar 4.78 Tegangan Pada Model H13	72
Gambar 4.79 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model H13	73
Gambar 4.80 Perbandingan <i>Load Capacity</i> Model H11, H12 dan H13	73
Gambar 4.81 Perbandingan <i>Displacement</i> Model H11, H12 dan H13	74
Gambar 4.82 <i>Displacement</i> Pada Model H21	74
Gambar 4.83 Tegangan Pada Model H21	75
Gambar 4.84 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model H21	75
Gambar 4.85 <i>Displacement</i> Pada Model H22.....	76
Gambar 4.86 Tegangan Pada Model H22	76
Gambar 4.87 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model H22	76
Gambar 4.88 <i>Displacement</i> Pada Model H23.....	77
Gambar 4.89 Tegangan Pada Model H23	77

Gambar 4.90 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model H23	78
Gambar 4.91 Perbandingan <i>Load Capacity</i> Model H21, H22 dan H23	78
Gambar 4.92 Perbandingan <i>Displacement</i> H21, H22 dan H23	79
Gambar 4.93 <i>Displacement</i> Pada Model H31	79
Gambar 4.94 Tegangan Pada Model H31	80
Gambar 4.95 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model H31	80
Gambar 4.96 <i>Displacement</i> Pada Model H32.....	81
Gambar 4.97 Tegangan Pada Model H32	81
Gambar 4.98 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model H32	81
Gambar 4.99 <i>Displacement</i> Pada Model H33.....	82
Gambar 4.100 Tegangan Pada Model H33	82
Gambar 4.101 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model H33	83
Gambar 4.102 Perbandingan <i>Load Capacity</i> Model H31, H32 dan H33	83
Gambar 4.103 Perbandingan <i>Displacement</i> H31, H32 dan H33	84
Gambar 4.104 <i>Displacement</i> Pada Model H41	84
Gambar 4.105 Tegangan Pada Model H41	85
Gambar 4.106 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model H41	85
Gambar 4.107 <i>Displacement</i> Pada Model H42.....	86
Gambar 4.108 Tegangan Pada Model H42	86
Gambar 4.109 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model H42	86
Gambar 4.110 <i>Displacement</i> Pada Model H43.....	87
Gambar 4.111 Tegangan Pada Model H43	87
Gambar 4.112 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model H43	88
Gambar 4.113 Perbandingan <i>Load Capacity</i> Model H41, H42 dan H43	88
Gambar 4.114 Perbandingan <i>Displacement</i> H41, H42 dan H43	89
Gambar 4.115 <i>Displacement</i> Pada Model H51	89
Gambar 4.116 Tegangan Pada Model H51	90
Gambar 4.117 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model H51	90
Gambar 4.118 <i>Displacement</i> Pada Model H52.....	91
Gambar 4.119 Tegangan Pada Model H52	91
Gambar 4.120 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model H52	91

Gambar 4.121 <i>Displacement</i> Pada Model H53.....	92
Gambar 4.122 Tegangan Pada Model H53	92
Gambar 4.123 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model H53	93
Gambar 4.124 Perbandingan <i>Load Capacity</i> Model H51, H52 dan H53	93
Gambar 4.125 Perbandingan <i>Displacement</i> H51, H52 dan H53	94
Gambar 4.126 Perbandingan <i>Load Capacity</i> Model H.....	94
Gambar 4.127 Perbandingan <i>Displacement</i> Model H.....	95
Gambar 4.128 Perbandingan <i>Load Capacity</i> MIDAS FEA – Uji Lab (12 <i>Wire</i>) .	95
Gambar 4.129 Perbandingan <i>Load Capacity</i> MIDAS FEA – Uji Lab (14 <i>Wire</i>) .	96
Gambar 4.130 Perbandingan <i>Load Capacity</i> MIDAS FEA – Uji Lab (16 <i>Wire</i>) .	96
Gambar 4.131 Bentuk Penampang A <i>Hollow Core Slab</i>	98
Gambar 4.132 <i>Displacement</i> Pada Model A11	98
Gambar 4.133 Tegangan Pada Model A11	98
Gambar 4.134 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model A11	99
Gambar 4.135 Bentuk Penampang B <i>Hollow Core Slab</i>	99
Gambar 4.136 <i>Displacement</i> Pada Model B11	100
Gambar 4.137 Tegangan Pada Model B11	100
Gambar 4.138 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model B11	100
Gambar 4.139 Bentuk Penampang C <i>Hollow Core Slab</i>	101
Gambar 4.140 <i>Displacement</i> Pada Model C11	101
Gambar 4.141 Tegangan Pada Model C11	102
Gambar 4.142 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model C11	102
Gambar 4.143 Bentuk Penampang D <i>Hollow Core Slab</i>	103
Gambar 4.144 <i>Displacement</i> Pada Model D11.....	103
Gambar 4.145 Tegangan Pada Model D11	103
Gambar 4.146 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model D11	104
Gambar 4.147 Bentuk Penampang E <i>Hollow Core Slab</i>	104
Gambar 4.148 <i>Displacement</i> Pada Model E11	105
Gambar 4.149 Tegangan Pada Model E11	105
Gambar 4.150 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model E11.....	105
Gambar 4.151 Bentuk Penampang F <i>Hollow Core Slab</i>	106

Gambar 4.152 <i>Displacement</i> Pada Model F11	106
Gambar 4.153 Tegangan Pada Model F11	107
Gambar 4.154 Kondisi <i>Crack</i> Pada Model F11	107
Gambar 4.155 Perbandingan <i>Load Capacity</i> Dari Variasi Bentuk Lubang	108
Gambar 4.156 Perbandingan <i>Displacement</i> Dari Variasi Bentuk Lubang	109

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Penampang <i>Hollow Core Slab</i> Tanpa Diberikan Gaya <i>Prestress</i> Dengan Bentuk Penampang Lingkaran.....	31
Tabel 3.2 Data Penampang <i>Hollow Core Slab</i> Menggunakan Gaya <i>Prestress</i> Dengan Bentuk Penampang Lingkaran.....	32
Tabel 3.3 Data Penampang <i>Hollow Core Slab</i> Menggunakan Gaya <i>Prestress</i> Dengan Bentuk Lubang Bervariasi	32
Tabel 3.4 Hasil Verifikasi	37
Tabel 4.1 Variasi Bentuk Penampang.....	97
Tabel 4.2 <i>Load Capacity</i> Dan <i>Displacement</i> Dari Variasi Bentuk Lubang	108
Tabel 4.3 Kapasitas Dan Rasio Model H.....	109
Tabel 4.4 Kapasitas Dan Rasio Pada Variasi Bentuk Lubang	110
Tabel 4.5 Performa Analisis Pemodelan Dengan <i>Finite Element</i>	111

DAFTAR NOTASI

a	: panjang penampang (mm)
b	: lebar penampang (mm)
E_c	: modulus elastisitas beton (MPa)
E_s	: modulus elastisitas baja (MPa)
f'_c	: kuat tekan beton atau mutu beton (MPa)
f_y	: tegangan leleh tulangan baja (MPa)
h	: tebal atau tinggi pelat (mm)
I	: momen inersia penampang (mm ⁴)
M	: momen lentur (Nmm)
q	: beban merata (N/mm)
y	: jarak dari titik berat penampang ke bagian terluar (mm)
Δ	: perpindahan atau defleksi (mm)
σ	: tegangan (N/mm ²)