

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
INTISARI.....	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Sambungan Balok-Kolom dengan Beban Siklik.....	4
2.2 Ketidakesesuaian Sambungan Balok-Kolom terhadap Standar.....	5
2.3 Balok dengan Pelat Komposit.....	6
2.4 <i>Discrete Crack</i>	6
2.5 Interaksi kontak antara Beton dengan <i>Steeldeck</i>	7
2.6 Kebaruan Penelitian	9
BAB 3 LANDASAN TEORI	10
3.1 Balok T Beton Bertulang	10
3.2 Energi Disipasi.....	11
3.3 Daktilitas dan Kekakuan.....	12
3.4 <i>Principal Stresses</i> dan <i>Principal Stress Space</i>	12
3.5 <i>Concrete Damaged Plasticity</i> (CDP).....	15
3.5.1 Parameter elastisitas.....	15
3.5.2 Parameter plastisitas.....	15
3.5.3 Parameter kerusakan	19
3.5.4 Parameter reduksi kekakuan.....	20
3.6 <i>Strain hardening</i> baja tulangan	21
3.6.1 <i>Isotropic hardening</i>	21
3.6.2 <i>Kinematic hardening</i>	22
3.6.3 <i>Combined hardening</i>	22
3.7 <i>Cohesive Zone Model</i> (CZM).....	23
3.7.1 <i>Traction-separation law</i>	24
BAB 4 METODE PENELITIAN	26
4.1 Lokasi Penelitian.....	26
4.2 Prosedur Penelitian.....	26



Evaluasi Pengaruh Penggunaan Steeldeck Terhadap Perilaku Plastis Tumpuan Balok Beton Bertulang

Brihaspati, Ir. Ashar Saputra, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN.Eng.; Angga Fajar Setiawan S.T., M.Eng., Ph.D.

Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

4.3 Data Penelitian.....	27
4.3.1 Data validasi model balok-kolom dengan pelat monolit.....	28
4.3.2 Data validasi pelat komposit dengan <i>steeldeck</i>	30
4.3.3 Data <i>as-built drawing</i>	31
4.4 Alat Penelitian.....	33
4.5 Parameter Penelitian.....	33
4.6 Metode Analisis	34
4.6.1 Validasi model sambungan balok-kolom dengan pelat monolit.....	34
4.6.2 Validasi interaksi beton dengan <i>steeldeck</i>	41
4.6.3 Modeling sambungan balok-kolom eksisting	45
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN	51
5.1 Hasil Penelitian	51
5.1.1 Validasi pemodelan sambungan balok-kolom dengan pelat monolit.....	51
5.1.2 Validasi interaksi beton dengan <i>steeldeck</i>	53
5.1.3 Model sambungan balok-kolom gedung eksisting.....	54
5.2 Pembahasan.....	76
5.2.1 Validasi pemodelan sambungan balok-kolom dengan pelat monolit.....	76
5.2.2 Validasi interaksi beton dengan <i>steeldeck</i>	80
5.2.3 Pengaruh <i>steeldeck</i> pada sambungan balok-kolom gedung eksisting.....	81
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	88
6.1 Kesimpulan	88
6.2 Saran	89
DAFTAR PUSTAKA.....	90



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rekapitulasi penelitian terdahulu.....	8
Tabel 4.1 Data material (Durrani dan Zerbe, 1987).....	28
Tabel 4.2 Data material (Hedao dkk., 2012).....	30
Tabel 4.3 Parameter input material baja tulangan validasi pertama.	39
Tabel 4.4 Parameter input material baja tulangan model balok-kolom eksisting.....	48
Tabel 5.1 Perbandingan waktu terjadinya kelelahan tulangan pada balok.....	65
Tabel 5.2 Tabulasi energi disipasi model balok-kolom gedung eksisting.	70
Tabel 5.3 Nilai respons maksimum dari setiap siklus pada model konvensional dan model dengan <i>steeldeck</i>	71
Tabel 5.4 Nilai respons minimum dari setiap siklus pada model konvensional dan model dengan <i>steeldeck</i>	72
Tabel 5.5 Hasil analisis <i>skeleton curve</i> model konvensional dan model dengan <i>steeldeck</i>	74
Tabel 5.6 Tabulasi hasil perhitungan daktilitas dan kekakuan.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Distribusi tegangan balok T: (a) distribusi tegangan tekan lentur maksimum dan (b) asumsi distribusi tegangan pada desain (Wight dan MacGregor, 2012).....	10
Gambar 3.2	Perilaku balok true T-beam (ACI SP-17M(14), 2018).....	10
Gambar 3.3	Tegangan tekan balok T: (a) momen lentur positif dan (b) momen lentur negatif (ACI SP-17M(14), 2018).....	11
Gambar 3.5	Representasi tensor tegangan Cauchy (Rupp dkk., 2023).....	13
Gambar 3.6	Bagian di dalam <i>principal stress space</i> (He dkk., 2018).....	14
Gambar 3.7	Fungsi <i>flow potential</i> hiperbolik pada bidang p-q (Dassault Systèmes, 2020).16	
Gambar 3.8	Permukaan luluh pada deviatoric plane (Dassault Systèmes, 2020).	17
Gambar 3.9	Permukaan luluh pada plane stress (Dassault Systèmes, 2020).	18
Gambar 3.10	Beban siklik uniaksial dengan nilai faktor <i>stiffness recovery</i> (Dassault Systèmes, 2020).....	21
Gambar 3.11	<i>Isotropic hardening</i> (Pravida, 1999).....	22
Gambar 3.12	<i>Kinematic hardening</i> (Pravida, 1999).....	22
Gambar 3.13	<i>Combined hardening</i> (Pravida, 1999).....	22
Gambar 3.14	Skema elemen kohesif dan interaksi kontak kohesif (Dassault Systèmes, 2020).....	24
Gambar 3.15	Model <i>cohesive zone</i> : (a) Model Dugdale, (b) Model <i>softening</i> linier, (c) Model trapesium, dan (d) Model eksponensial (Sun dan Jin, 2012).	25
Gambar 4.1	Bagan alir penelitian.....	26
Gambar 4.2	Dimensi dan konfigurasi penulangan (Durrani dan Zerbe, 1987).	28
Gambar 4.3	<i>Hysteresis loop</i> eksperimental (Durrani dan Zerbe, 1987).....	29
Gambar 4.4	Kerusakan balok-kolom eksperimental pada akhir siklus ke-6 (Durrani dan Zerbe, 1987).....	29
Gambar 4.5	Dimensi model: (a) Konfigurasi eksperimen (Hedao dkk., 2012) dan (b) Penampang <i>steeldeck</i> (Hedao dkk., 2015).....	30
Gambar 4.6	<i>Load-displacement</i> eksperimental (Hedao dkk., 2012).	31
Gambar 4.7	Kerusakan pelat komposit eksperimental (Hedao dkk., 2012).....	31
Gambar 4.8	Dimensi dan konfigurasi penulangan balok-kolom gedung eksisting.....	32
Gambar 4.9	Dimensi dan konfigurasi penulangan balok-kolom gedung eksisting model modifikasi dengan <i>steeldeck</i>	33
Gambar 4.10	Representasi model elemen hingga validasi pertama.....	35
Gambar 4.11	<i>Mesh convergence study</i> validasi pertama.	35
Gambar 4.12	Tegangan-regangan beton validasi pertama.	36
Gambar 4.13	Sifat inelastis beton validasi pertama: (a) tegangan tekan fase inelastis, (b) tegangan tarik fase inelastis, (c) evolusi kerusakan tekan, dan (d) evolusi kerusakan tarik.....	38
Gambar 4.14	Lokasi <i>discrete crack</i> validasi pertama.	40
Gambar 4.15	Kondisi batas dan pembebanan model validasi pertama.	40
Gambar 4.16	Protokol pembebanan validasi pertama (Durrani dan Zerbe, 1987).....	41



Gambar 4.17	Representasi model elemen hingga validasi kedua.....	42
Gambar 4.18	Tegangan-regangan beton validasi kedua.....	42
Gambar 4.19	Sifat inelastis beton validasi kedua: (a) tegangan tekan fase inelastis, (b) tegangan tarik fase inelastis, (c) evolusi kerusakan tekan, dan (d) evolusi kerusakan tarik.....	43
Gambar 4.20	Tegangan-regangan <i>steeldeck</i> validasi kedua.....	43
Gambar 4.21	Asumsi hubungan <i>local bond-slip</i> antara lembaran baja dengan beton (Majidi dkk., 2014).....	44
Gambar 4.22	Kondisi batas dan pembebanan model validasi kedua.....	44
Gambar 4.23	Representasi model elemen hingga model balok-kolom eksisting konvensional.....	46
Gambar 4.24	Representasi model elemen hingga model balok-kolom eksisting dengan <i>steeldeck</i>	46
Gambar 4.25	<i>Mesh convergence study</i> model balok-kolom eksisting.....	46
Gambar 4.26	Tegangan-regangan beton model balok-kolom eksisting.....	47
Gambar 4.27	Sifat inelastis beton model balok-kolom eksisting: (a) tegangan tekan fase inelastis, (b) tegangan tarik fase inelastis, (c) evolusi kerusakan tekan, dan (d) evolusi kerusakan tarik.....	47
Gambar 4.28	Tegangan-regangan <i>steeldeck</i> model balok-kolom eksisting.....	48
Gambar 4.29	Lokasi <i>discrete crack</i> model balok-kolom eksisting.....	49
Gambar 4.30	Kondisi batas dan pembebanan model balok-kolom eksisting.....	50
Gambar 4.31	Protokol pembebanan siklik FEMA 461.....	50
Gambar 5.1	<i>Hysteresis loop</i> dari simulasi balok-kolom konvensional dengan model <i>discrete crack</i>	51
Gambar 5.2	Perbandingan <i>hysteresis loop</i> validasi pertama tanpa model <i>discrete crack</i> dengan $wc = 0.5$ dan $wc = 1$	51
Gambar 5.3	<i>Hysteresis loop</i> validasi pertama dengan dua <i>discrete crack</i> : (i) <i>output</i> ABAQUS/Standard dan (ii) <i>output</i> ABAQUS/Explicit.....	52
Gambar 5.4	Perbandingan kurva histeresis model validasi pertama antara hasil eksperimental dan simulasi numerik.....	52
Gambar 5.5	Perbandingan kerusakan model validasi pertama antara hasil eksperimental dan simulasi numerik.....	53
Gambar 5.6	<i>Load-displacement</i> model validasi kedua: (a) hasil eksperimental dan (b) hasil simulasi numerik.....	53
Gambar 5.7	Perbandingan <i>load-displacement</i> model validasi kedua.....	53
Gambar 5.8	Perbandingan kerusakan model validasi kedua antara hasil eksperimental dan simulasi numerik.....	54
Gambar 5.9	Diagram distribusi tegangan dan regangan balok model konvensional kondisi momen positif.....	55
Gambar 5.10	Diagram distribusi tegangan dan regangan balok model konvensional kondisi momen negatif.....	56
Gambar 5.9	Grafik <i>load</i> dalam waktu untuk model balok-kolom eksisting konvensional tanpa <i>discrete crack</i>	56



Gambar 5.10	<i>Hysteresis loop</i> untuk model balok-kolom eksisting konvensional dan tanpa <i>discrete crack</i>	57
Gambar 5.11	Pelepasan energi pada ABAQUS/Explicit untuk model balok-kolom eksisting konvensional tanpa <i>discrete crack</i>	57
Gambar 5.12	Grafik <i>load</i> dalam waktu untuk model balok-kolom eksisting konvensional dengan satu <i>discrete crack</i>	58
Gambar 5.13	<i>Hysteresis loop</i> untuk model balok-kolom eksisting konvensional dengan satu <i>discrete crack</i>	58
Gambar 5.14	Pelepasan energi pada ABAQUS/Explicit untuk model balok-kolom eksisting konvensional dengan satu <i>discrete crack</i>	59
Gambar 5.17	Diagram distribusi tegangan dan regangan balok model dengan <i>steeldeck</i> kondisi momen positif.	59
Gambar 5.10	Diagram distribusi tegangan dan regangan balok model dengan <i>steeldeck</i> kondisi momen negatif.	60
Gambar 5.15	Grafik <i>load</i> dalam waktu untuk model balok-kolom eksisting dengan <i>steeldeck</i> dan satu <i>discrete crack</i>	61
Gambar 5.16	<i>Hysteresis loop</i> untuk model balok-kolom eksisting dengan <i>steeldeck</i> dan satu <i>discrete crack</i>	61
Gambar 5.17	Pelepasan energi pada ABAQUS/Explicit untuk model balok-kolom eksisting dengan <i>steeldeck</i> dan satu <i>discrete crack</i>	61
Gambar 5.18	Perbandingan <i>hysteresis loop</i> model eksisting.	62
Gambar 5.19	Perbandingan <i>skeleton curve</i> model eksisting.	62
Gambar 5.20	Evolusi plastisitas tulangan positif balok-kolom eksisting konvensional.	63
Gambar 5.21	Evolusi plastisitas tulangan negatif balok-kolom eksisting konvensional.	63
Gambar 5.22	Evolusi plastisitas tulangan positif balok-kolom eksisting dengan <i>steeldeck</i>	64
Gambar 5.23	Evolusi plastisitas tulangan negatif balok-kolom eksisting dengan <i>steeldeck</i>	64
Gambar 5.24	Luas area setiap <i>loop</i> dari <i>hysteresis loop</i> model konvensional.....	67
Gambar 5.25	Luas area setiap <i>loop</i> dari <i>hysteresis loop</i> model dengan <i>steeldeck</i>	68
Gambar 5.26	Perbandingan energi disipasi pada model eksisting.....	70
Gambar 5.27	<i>Skeleton curve</i> dari model konvensional dan model dengan <i>steeldeck</i>	71
Gambar 5.28	Perbandingan hasil <i>hysteresis loop</i> dan <i>skeleton curve</i> model eksisting dalam kuadran koordinat kartesius.....	73
Gambar 5.29	<i>Skeleton curve</i> model konvensional dan model dengan <i>steeldeck</i> pada kuadran I.	74
Gambar 5.30	<i>Skeleton curve</i> model konvensional dan mode dengan <i>steeldeck</i> pada kuadran III.....	74