

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
DEDIKASI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xviii
ABSTRAK	xx
<i>ABSTRACT</i>	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tinjauan Umum	7
2.2 Penelitian Terdahulu	7
2.3 Keaslian Penelitian	11
BAB III LANDASAN TEORI	14
3.1 Batako	14
3.2 Metode Elemen Hingga	15
3.3 Elemen 3-Dimensi Tetrahedral	17
3.4 Aplikasi Abaqus	22
3.4.1 Tipe elemen <i>solid</i> 3D	23

3.4.2 Metode analisis	23
3.4.3 Pemodelan elemen hingga pada Abaqus	24
3.4.4 Unit satuan	28
3.5 Model Konstitutif <i>Non Linear</i>	28
3.5.1 Prinsip Kegagalan Beton	29
3.5.2 Parameter plastisitas <i>concrete damage plasticity</i>	30
3.5.3 Kuat tekan mortar	31
3.5.4 Kuat tarik mortar	32
3.5.5 Tegangan regangan desak beton	33
3.5.6 Parameter kerusakan	34
3.6 Model Kosntitutif Baja	36
3.7 Massa Jenis Batako	36
3.8 <i>Poisson Ratio</i>	37
3.9 Mekanisme Pembebanan	37
BAB IV METODE PENELITIAN	41
4.1 Umum	41
4.2 Objek Penelitian	41
4.3 Prosedur Penelitian	43
4.4 Pengumpulan Data	43
4.5 Uji Desak Mortar	44
4.6 Uji Tarik Mortar	45
4.7 <i>Eksperimental Setup</i>	46
4.7.1 Geser Lentur Unit Batako-Kait	47
4.7.2 Geser Vertikal Unit Batako-Kait	47
4.7.3 Geser Murni Unit Batako-Kait	48
4.7.4 Lentur Unit Batako-Kait	49
4.7.5 <i>In Plane</i> Unit Batako-Kait	49
4.7.6 <i>Out of Plane</i> Unit Batako-Kait	50
4.7.7 <i>RC Frame Infill Masonry</i>	50
4.6 Bagan Alir Penelitian	51
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	54

5.1	Dimensi	54
5.1.1	Unit Batako-kait	54
5.1.2	Dinding Pasangan Batako-kait	54
5.1.3	<i>RC Frame Infill Masonry</i>	56
5.2	Sifat Material	57
5.2.1	Batako-kait	57
5.2.2	Siar	67
5.2.3	Beton	78
5.2.3	Baja	82
5.3	Pemodelan Elemen Hingga dengan Abaqus	82
5.3.1	Geser Lentur Unit Batako-kait	82
5.3.2	Geser Vertikal Unit Batako-kait	93
5.3.3	Geser Murni Unit Batako-kait	95
5.3.4	Geser Lentur Unit Batako-kait	97
5.3.5	Pasangan Batako-kait I2SI	100
5.3.6	Pasangan Batako-kait I2SO	105
5.3.7	Pasangan Batako-kait I2TI	108
5.3.8	Pasangan Batako-kait I2TO	111
5.3.9	Pasangan Batako-kait I3TI	114
5.3.10	Pasangan Batako-kait I3TO	117
5.3.10	<i>RC Frame Infill Masonry</i>	120
5.4	Hasil Analisis dan Pembahasan	124
5.4.1	Geser Lentur Unit Batako-kait	124
5.4.2	Geser Vertikal Unit Batako-kait	126
5.4.3	Geser Murni Unit Batako-kait	128
5.4.4	Lentur Unit Batako-kait	129
5.4.5	Dinding Pasangan Batako-kait 12SI	131
5.4.6	Dinding Pasangan Batako-kait 12SO	133
5.4.7	Dinding Pasangan Batako-kait 12TI	135
5.4.8	Dinding Pasangan Batako-kait 12TO	137
5.4.9	Dinding Pasangan Batako-kait 13TI	139

5.4.10 Dinding Pasangan Batako-kait 13TO	141
5.4.10 <i>RC Frame Infill Masonry</i>	143
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	146
6.1 Kesimpulan	146
6.2 Saran	147
DAFTAR PUSTAKA	148

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan Penelitian Sebelumnya dan Sekarang	12
Tabel 3.1	Konsistensi Satuan dalam Abaqus	28
Tabel 3.2	Parameter <i>Damage</i>	31
Tabel 4.1	Kodefikasi Pemodelan Unit Batako-kait dan pasangan Batako-kait	42
Tabel 5.1	Beban- <i>Displacement</i> Uji Desak Batako-kait	58
Tabel 5.2	Perhitungan Tegangan dan Regangan Desak Batako-kait	59
Tabel 5.3	Perhitungan Regangan Desak <i>Input</i> Abaqus Batako-kait	61
Tabel 5.4	Perhitungan <i>Compresion Damage</i> Batako-kait	62
Tabel 5.5	Beban- <i>displacement</i> Uji Tarik Batako-kait	63
Tabel 5.6	Perhitungan Tegangan dan Regangan Tarik Batako-kait	64
Tabel 5.7	Perhitungan Regangan Batako-kait <i>Input</i> Abaqus	65
Tabel 5.8	Perhitungan <i>Tension Damage</i> Batako-kait	65
Tabel 5.9	Perhitungan Berat Jenis Batako-kait	66
Tabel 5.10	Beban- <i>Displacement</i> Uji Desak Siar	68
Tabel 5.11	Perhitungan Tegangan dan Regangan Desak Siar	69
Tabel 5.12	Perhitungan Regangan Desak <i>Input</i> Abaqus Siar	70
Tabel 5.13	Perhitungan <i>Compresion Damage</i> Siar	72
Tabel 5.14	Beban- <i>displacement</i> Uji Tarik Siar	73
Tabel 5.15	Perhitungan Tegangan dan Regangan Tarik Siar	74
Tabel 5.16	Perhitungan Regangan Siar <i>Input</i> Abaqus	75
Tabel 5.17	Perhitungan <i>Tension Damage</i> Siar	76
Tabel 5.18	Perhitungan Berat Jenis Siar	77
Tabel 5.19	Hasil Perhitungan Tegangan Beton	79
Tabel 5.20	Hasil Perhitungan Tegangan Beton <i>Input</i> Abaqus	80
Tabel 5.21	Perhitungan <i>Compresion Damage</i> Beton	81
Tabel 5.22	Perbandingan Hasil Pemodelan Geser Lentur	125
Tabel 5.23	Perbandingan Hasil Pemodelan Geser Vertikal	127
Tabel 5.24	Perbandingan Hasil Pemodelan Geser Murni	128

Tabel 5.25 Perbandingan Hasil Pemodelan Lentur	130
Tabel 5.26 Perbandingan Hasil Pemodelan I2SI	132
Tabel 5.27 Perbandingan Hasil Pemodelan I2SO	134
Tabel 5.28 Perbandingan Hasil Pemodelan I2TI	136
Tabel 5.29 Perbandingan Hasil Pemodelan I2TO	138
Tabel 5.30 Perbandingan Hasil Pemodelan I3TI	140
Tabel 5.31 Perbandingan Hasil Pemodelan I3TI	142
Tabel 5.32 Perbandingan Hasil Pemodelan <i>RC Frame Infill Masonry</i>	144

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Batako-kait	10
Gambar 3.1	Batako Berlubang (<i>Hollow Block</i>)	14
Gambar 3.2	Batako tidak Berlubang (<i>Solid Block</i>)	14
Gambar 3.3	Struktur Bidang dengan Bentuk Sembarang	16
Gambar 3.4	Model Elemen Hingga Struktur Bidang dengan Bentuk Sembarang	16
Gambar 3.5	Tegangan Tiga Dimensi pada Sebuah Elemen	17
Gambar 3.6	Elemen Tipe C3D8R dan C3D4	23
Gambar 3.7	Ilustrasi Proses Model Numerik	24
Gambar 3.8	Macam-macam Model Elemen	25
Gambar 3.9	<i>Three Dimensional Solid Element</i>	25
Gambar 3.10	Konsep <i>Embedded</i> Elemen	26
Gambar 3.11	<i>Three Dimensional Solid Element</i>	27
Gambar 3.12	Model <i>Truss Element</i> 3D	27
Gambar 3.13	Contoh Konvergensi Elemen	28
Gambar 3.14	Perilaku Beton Terhadap Pembebanan	29
Gambar 3.15	Nilai K_c	31
Gambar 3.16	Dimensi Benda Uji Tekan	32
Gambar 3.17	Dimensi Benda Uji Tarik	33
Gambar 3.18	Tegangan Regangan Eksperimen Pembebanan Tekan	35
Gambar 3.19	Tegangan Regangan Eksperimen Pembebanan Tarik	35
Gambar 3.20	Model Tegangan-Regangan <i>Elastic Perfectly Plastic</i>	36
Gambar 3.21	Keterangan Dimensi Batako-kait	37
Gambar 3.22	Pengujian Lentur Unit Batako-Kait	38
Gambar 3.23	(a) Geser Lentur, (b) Geser Murni	38
Gambar 3.24	Pengujian Geser Vertikal	38
Gambar 3.25	(a) Pengujian <i>in Plane</i> I2SI, (b) Pengujian <i>out of Plane</i> I2SO	39
Gambar 3.26	(a) Pengujian <i>in Plane</i> I2TI, (b) Pengujian <i>out of Plane</i> I2TO	39

Gambar 3.27	(a) Pengujian <i>in Plane</i> I3TI, (b) Pengujian <i>out of Plane</i> I3TO	40
Gambar 4.1	Cetakan Kubus	44
Gambar 4.2	<i>Universal Test Mechine</i>	44
Gambar 4.3	Cetakan Tarik Mortar	46
Gambar 4.4	(a) <i>Eksperimental Setup</i> Geser Lentur, (b) Pemodelan Geser Lentur	47
Gambar 4.5	(a) <i>Eksperimental Setup</i> Geser Vertikal, (b) Pemodelan Geser Vertikal	48
Gambar 4.6	(a) <i>Eksperimental Setup</i> Geser Murni, (b) Pemodelan Geser Murni	49
Gambar 47	(a) <i>Eksperimental Setup</i> Lentur, (b) Pemodelan Lentur	49
Gambar 4.8	(a) <i>Eksperimental Setup In Plane</i> , (b) Pemodelan <i>In Plane</i>	50
Gambar 4.9	(a) <i>Eksperimental Setup Out of Plane</i> , (b) Pemodelan <i>Out of Plane</i>	50
Gambar 4.10	(a) <i>Eksperimental Setup RC Frame Infill Masonry</i> , (b) Pemodelan <i>RC Frame Infill Masonry</i>	51
Gambar 4.11	Bagan Alir Penelitian	52
Gambar 5.1	Dimensi Unit Batako-kait	54
Gambar 5.2	(a) Dimensi Pemodelan I2SI, (b) Dimensi Pemodelan I2SO	55
Gambar 5.3	(a) Dimensi Pemodelan I2TI, (b) Dimensi Pemodelan I2TO	55
Gambar 5.4	(a) Dimensi Pemodelan I3TI, (b) Dimensi Pemodelan I3TO	56
Gambar 5.5	Dimensi Pemodelan Dinding <i>Frame</i>	57
Gambar 5.6	(a) Benda uji desak batako-kait, (b) Pengujian desak batako-kait	58
Gambar 5.7	Benda uji tarik batako-kait, (b) Pengujian tarik batako-kait	62
Gambar 5.8	(a) Benda uji desak siar, (b) Pengujian desak siar	68
Gambar 5.9	(a) Benda Uji Tarik Siar, (b) Pengujian Tarik Siar	72
Gambar 5.10	Menu <i>Create Part</i>	83
Gambar 5.11	Geometri <i>modeling</i> Batako-kait	83
Gambar 5.12	<i>Edit Base Extrusion</i> Batako-kait	84
Gambar 5.13	(a) <i>Part</i> sebelum di cut, (b) <i>Part</i> sesudah di cut	84
Gambar 5.14	<i>Input Density</i> Batako-kait	85

Gambar 5.15	<i>Input</i> Elastisitas Batako-kait	85
Gambar 5.16	<i>Input</i> Plastisitas Batako-kait	86
Gambar 5.17	<i>Input Compressive Behavior dan Compression Damage</i> Batako-kait	86
Gambar 5.18	<i>Input Tension Behavior dan Tension Damage</i> Batako-kait	87
Gambar 5.19	(a) <i>Create section</i> , (b) Pilih material	87
Gambar 5.20	<i>Assembly</i> Batako-kait Pemodelan Geser Lentur	88
Gambar 5.21	Menentukan <i>Step</i>	88
Gambar 5.22	<i>Hystori Output</i> (a) <i>displacement</i> U2, (b) <i>concentrated</i> CF2	89
Gambar 5.23	Hasil <i>Input</i> Beban Pemodelan Geser Lentur	89
Gambar 5.24	(a) <i>Input</i> Tumpuan Rol, (b) <i>Input</i> Tumpuan Sendi	90
Gambar 5.25	Hasil <i>Input</i> Tumpuan Pemodelan Geser Lentur	90
Gambar 5.26	Hasil <i>Meshing</i> Pemodelan Geser Lentur	91
Gambar 5.27	Menentukan Tipe Elemen	91
Gambar 5.28	Konvergensi Elemen Pemodelan Geser Lentur	91
Gambar 5.29	<i>Monitor Job Running</i> Pemodelan Geser Lentur	92
Gambar 5.30	<i>Assembly</i> Geser Murni Batako-kait	93
Gambar 5.31	Beban dan Tumpuan Pemodelan Geser Vertikal	93
Gambar 5.32	Hasil <i>Meshing</i> Pemodelan Geser Vertikal	94
Gambar 5.33	<i>Monitor Job Running</i> Pemodelan Geser Vertikal	94
Gambar 5.34	Konvergensi Elemen Pemodelan Geser vertikal	95
Gambar 5.35	Beban dan Tumpuan Pemodelan Geser Murni	96
Gambar 5.36	Hasil <i>Meshing</i> Pemodelan Geser Murni	96
Gambar 5.37	Konvergensi Elemen Pemodelan Geser Murni	96
Gambar 5.38	<i>Monitor Job Running</i> Pemodelan Geser Murni	97
Gambar 5.39	<i>Assembly</i> Pemodelan Lentur Batako-kait	98
Gambar 5.40	Beban dan Tumpuan Pemodelan Lentur	98
Gambar 5.41	Hasil <i>Meshing</i> Pemodelan Lentur	98
Gambar 5.42	Konvergensi Elemen Pemodelan Lentur	99
Gambar 5.43	<i>Monitor Job Running</i> Pemodelan Lentur	99
Gambar 5.44	<i>Part</i> Siar	100

Gambar 5.45	<i>Input Mass Density</i> Siar, (b) <i>Input Elastisitas</i> Siar	101
Gambar 5.46	<i>Input Plastisitas</i> Siar	101
Gambar 5.47	(a) <i>Input Compressive Behavior</i> Siar, (b) <i>Input Tension Behavior</i> Siar	102
Gambar 5.48	<i>Assembly</i> Pemodelan I2SI	102
Gambar 5.49	<i>Tie Interaction</i> Pemodelan I2SI	103
Gambar 5.50	Beban dan Tumpuan Pemodelan I2SI	103
Gambar 5.51	Hasil <i>Meshing</i> Pemodelan I2SI	104
Gambar 5.52	Konvergensi Elemen Pemodelan I2SI	104
Gambar 5.53	<i>Monitor Job Running</i> Pemodelan I2SI	105
Gambar 5.54	<i>Assembly</i> Pemodelan I2SO	106
Gambar 5.55	<i>Tie Interaction</i> Pemodelan I2SO	106
Gambar 5.56	Beban dan Tumpuan Pemodelan I2SO	107
Gambar 5.57	Hasil <i>Meshing</i> Pemodelan I2SO	107
Gambar 5.58	Konvergensi Elemen Pemodelan I2SO	107
Gambar 5.59	<i>Monitor Job Running</i> Pemodelan I2SO	108
Gambar 5.60	<i>Assembly</i> Pemodelan I2TI	109
Gambar 5.61	<i>Tie Interaction</i> Pemodelan I2TI	109
Gambar 5.62	Beban dan Tumpuan Pemodelan I2TI	110
Gambar 5.63	Hasil <i>Meshing</i> Pemodelan I2TI	110
Gambar 5.64	Konvergensi Elemen Pemodelan I2TI	110
Gambar 5.65	<i>Monitor Job Running</i> Pemodelan I2TI	111
Gambar 5.66	<i>Assembly</i> Pemodelan I2TO	112
Gambar 5.67	<i>Tie Interaction</i> Pemodelan I2TO	112
Gambar 5.68	Beban dan Tumpuan Pemodelan I2TO	112
Gambar 5.69	Hasil <i>Meshing</i> Pemodelan I2TO	113
Gambar 5.70	Konvergensi Elemen Pemodelan I2TO	113
Gambar 5.71	<i>Monitor Job Running</i> Pemodelan I2TO	114
Gambar 5.72	<i>Assembly</i> Pemodelan I3TI	115
Gambar 5.73	<i>Tie Interaction</i> Pemodelan I3TI	115
Gambar 5.74	Beban dan Tumpuan Pemodelan I3TI	116

Gambar 5.75	Hasil <i>Meshing</i> Pemodelan I3TI	116
Gambar 5.76	Konvergensi Elemen Pemodelan I3TI	116
Gambar 5.77	<i>Monitor Job Running</i> Pemodelan I3TI	117
Gambar 5.78	<i>Assembly</i> Pemodelan I3TO	118
Gambar 5.79	<i>Tie Interaction</i> Pemodelan I3TO	118
Gambar 5.80	Beban dan Tumpuan Pemodelan I3TO	118
Gambar 5.81	Hasil <i>Meshing</i> Pemodelan I3TO	119
Gambar 5.82	Konvergensi Elemen Pemodelan I3TO	119
Gambar 5.83	<i>Monitor Job Running</i> Pemodelan I3TO	120
Gambar 5.84	(a) <i>Part RC Frame Infill Masonry</i> , (b) <i>Part</i> Baja Tulangan	120
Gambar 5.85	(a) <i>Assembly RC Frame Infill Masonry</i> , (b) <i>Assembly</i> Baja Tulangan	121
Gambar 5.86	<i>Tie Interaction</i> Pada Beton dan Batako, (b) <i>Embedded Region</i> Pada Baja Tulangan	122
Gambar 5.87	Beban dan Tumpuan Pemodelan <i>RC Frame Infill Masonry</i>	122
Gambar 5.88	Hasil <i>Meshing</i> Pemodelan <i>RC Frame Infill Masonry</i>	123
Gambar 5.89	Konvergensi Elemen Pemodelan <i>RC Frame Infill Masonry</i>	123
Gambar 5.90	<i>Monitor Job Running RC Frame Infill Masonry</i>	124
Gambar 5.91	Grafik Beban-Lendutan Pemodelan Geser Lentur	124
Gambar 5.92	Pola Kerusakan Eksperimen GL, (b) Konsentrasi Tegangan GL	125
Gambar 5.93	Grafik Beban-Lendutan Pemodelan Geser Vertikal	126
Gambar 5.94	Pola Kerusakan Eksperimen GL, (b) Konsentrasi Tegangan GV	127
Gambar 5.95	Grafik Beban-Lendutan Pemodelan Geser Murni	128
Gambar 5.96	Pola Kerusakan Eksperimen GL, (b) Konsentrasi Tegangan GM	129
Gambar 5.97	Grafik Beban-Lendutan Pemodelan Lentur	129
Gambar 5.98	Pola Kerusakan Eksperimen GL, (b) Konsentrasi Tegangan L	130
Gambar 5.99	Grafik Beban-Lendutan Pemodelan I2SI	131
Gambar 5.100	Pola Kerusakan Eksperimen GL, (b) Konsentrasi Tegangan I2SI	132
Gambar 5.101	Grafik Beban-Lendutan Pemodelan I2SO	133

Gambar 5.102 Pola Kerusakan Eksperimen GL, (b) Konsentrasi Tegangan I2SO	134
Gambar 5.103 Grafik Beban-Lendutan Pemodelan I2TI	135
Gambar 5.104 Pola Kerusakan Eksperimen GL, (b) Konsentrasi Tegangan I2TI	136
Gambar 5.105 Grafik Beban-Lendutan Pemodelan I2TO	137
Gambar 5.106 Pola Kerusakan Eksperimen GL, (b) Konsentrasi Tegangan I2TO	138
Gambar 5.107 Grafik Beban-Lendutan Pemodelan I3TI	139
Gambar 5.108 Pola Kerusakan Eksperimen GL, (b) Konsentrasi Tegangan I3TI	140
Gambar 5.109 Grafik Beban-Lendutan Pemodelan I3TO	141
Gambar 5.110 Pola Kerusakan Eksperimen GL, (b) Konsentrasi Tegangan I3TO	142
Gambar 5.111 Grafik Beban-Lendutan <i>RC Frame Infill Masonry</i>	143
Gambar 5.112 Gambar Pola Kerusakan Eksperimen <i>RC Frame Infill Masonry</i>	144
Gambar 5.113 Gambar Konsentrasi Tegangan <i>RC Frame Infill Masonry</i>	145

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	: Luas
E	: Elastisitas
ν	: Poisson ratio
B	: Konstanta geometri
K_l	: Kekakuan lokal elemen
K_g	: Kekakuan global elemen
T	: Matriks transformasi
α	: Perubahan sudut elemen ke koordinal global struktur.
F	: Vektor gaya
u	: Perpindahan nodal (<i>displacement</i>) arah sumbu x
v	: Perpindahan nodal (<i>displacement</i>) arah sumbu y
σ_x	: Tegangan normal arah x
σ_y	: Tegangan normal arah y
σ_z	: Tegangan normal arah z
τ_x	: Tegangan geser arah x
τ_y	: Tegangan geser arah y
τ_z	: Tegangan geser arah z
ϵ_x	: Regangan normal arah x
ϵ_y	: Regangan normal arah y
ϵ_z	: Regangan normal arah z
γ_{xy}	: Regangan geser bidang xy
γ_{yz}	: Regangan geser bidang yz
γ_{xz}	: Regangan geser bidang xz
V	: Luas
Ψ	= Sudut dilatasi

- d_c = Parameter kerusakan desak
 d_t = Parameter kerusakan Tarik
 b_c = factor konstan pendekatan monotonic tekan
 b_t = factor konstan pendekatan monotonic tarik