

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan Tegangan Regangan Beton.....	8
Gambar 2.2 Hubungan Tegangan Regangan Baja	9
Gambar 2.3 Struktur Rangka Pemikul Momen Beton Bertulang	12
Gambar 2.4 Struktur Dinding (<i>Wall System</i>) Beton Bertulang.....	12
Gambar 2.5 Struktur Ganda Beton Bertulang	13
Gambar 2.6 Pola Deformasi pada Struktur <i>Dual System</i> Akibat Beban Gempa ..	14
Gambar 2.7 Kategori Penampang <i>Shear Wall</i>	15
Gambar 2.8 Penempatan <i>Shear Wall</i> : (a) asimetris dan (b) simetris	16
Gambar 2.9 Pengaruh Gaya Lateral pada Struktur Gedung.....	17
Gambar 2.10 Perpindahan Relatif pada Lantai Gedung.....	17
Gambar 2.11 Jalur Cincin Api Pasifik	18
Gambar 2.12 Peta Tektonik Indonesia	18
Gambar 2.13 Peta Seismitas Indonesia Periode 1 Januari – 29 Desember 2022..	19
Gambar 2.14 Kurva Kapasitas Tingkat Kinerja Struktur (ATC-40,1996).....	22
Gambar 2.15 Kurva Kapasitas Tingkat Kinerja Struktur (FEMA356)	24
Gambar 2.16 Kurva Gaya dan Perpindahan ketika Respon Elastis dan Inelastis .	26
Gambar 2.17 Konsep <i>Direct Displacement Based Design</i>	27
Gambar 2.18 Desain Redaman <i>Viscous</i> Ekuivalen Redaman Elastis Awal 5% ...	28
Gambar 2.19 Tinggi Dinding <i>Contraflexure</i> Berdasarkan Proporsi.....	30
Gambar 2.20 <i>Plastic Deformation</i> pada Dinding Kantilever.....	33
Gambar 2.21 Respon Spektrum Desain dan <i>Spektra Displacement</i>	38
Gambar 2.22 Percepatan Batuan Dasar Pada Periode Pendek 0,2 Detik (S_s).....	45

Gambar 2.23 Percepatan Batuan Dasar Pada Periode Pendek 1 Detik (S_1).....	45
Gambar 2.24 Peta Transisi Periode Panjang, T_L , Wilayah Indonesia.....	45
Gambar 2.25 Spektrum Respons Desain.....	48
Gambar 2.26 Pemilihan Periode Fundamental.....	55
Gambar 2.27 Distribusi Beban Gempa Perlantai	55
Gambar 2.28 Mode Kombinasi.....	56
Gambar 2.29 Eksponen yang Terkait dengan Periode Struktur.....	56
Gambar 2.30 <i>Story Shear</i>	57
Gambar 2.31 Mekanisme Sendi Plastis dengan <i>Pushover</i>	59
Gambar 2.32 Kurva Hubungan Gaya dan Perpindahan serta	60
Gambar 2.33 Posisi Sumbu Lokal Balok pada Program.....	61
Gambar 2.34 Posisi Sumbu Lokal Kolom pada Program	61
Gambar 2.35 Sendi Plastis yang Terjadi pada Balok Dan Kolom	62
Gambar 2.36 Kurva Kapasitas	63
Gambar 2.37 (a) Kurva Kapasitas (b) Spektrum Kapasitas	64
Gambar 2.38 (a) Respon Spektrum Standar (b) Respon Spektrum ADRS.....	65
Gambar 2.39 Titik Kinerja Struktur Sesuai ATC-40	65
Gambar 2.40 Perilaku Pasca Leleh Struktur (FEMA 356)	67
Gambar 2.41 Kondisi Tegangan-Regangan Balok Tulangan Tunggal	78
Gambar 2.42 Variasi Nilai Faktor Reduksi.....	80
Gambar 2.43 Kondisi Tegangan-Regangan Balok Tulangan Rangkap	82
Gambar 2.44 Persyaratan Sambungan Lewatan Balok SRPMK	91
Gambar 2.45 Persyaratan Tulangan Transversal Balok SRPMK	92
Gambar 2.46 Gaya Geser Desain untuk Balok SRPMK.....	93

Gambar 2.47 Kolom dengan Beban Tekan Sentris	95
Gambar 2.48 Diagram Interaksi P-M Elemen Kolom	96
Gambar 2.49 Diagram Interaksi P-M Elemen Kolom	96
Gambar 2.50 Konsep <i>Strong Column - Weak Beam</i> (SCWB).....	98
Gambar 2.51 Contoh Penulangan Transversal pada Kolom	100
Gambar 2.52 Persyaratan Tulangan Transversal	102
Gambar 2.53 Konsep Perhitungan Momen Kapasitas Balok.....	104
Gambar 2.54 Sambungan Lewatan Pada Kolom SRPMK.....	105
Gambar 2.55 Hubungan Balok-Kolom (HBK)	106
Gambar 2.56 Analisis Struktur Saat Bergoyang ke Kanan dan ke Kiri.....	107
Gambar 2.57 Interaksi Gaya-Gaya pada HBK.....	108
Gambar 2.58 Luasan Efektif HBK dengan Empat Balok Pengekang.....	110
Gambar 2.59 Gaya dan Momen yang Bekerja pada <i>Shear Wall</i>	119
Gambar 2.60 Dimensi Elemen Hingga pada <i>Shear Wall</i>	124
Gambar 2.61 Tipe Tangga U.....	126
Gambar 2.62 Tebal Ekuivalen Anak Tangga	129
Gambar 2.63 Nilai Cu Berdasarkan N-SPT	131
Gambar 2.64 (a) dan (b) <i>End Bearing Pile</i> (c) <i>Friction Pile</i>	133
Gambar 2.65 Nilai Adhesi Antara Tanah dan Tiang (α) Metode API 2	136
Gambar 2.66 Hubungan <i>Soil Friction Angle</i> dengan N_q dan N_c	136
Gambar 2.67 Hubungan α dengan ϕ Metode FHWA	137
Gambar 2.68 Limit Tahanan Ujung Metode FHWA	137
Gambar 2.69 Nilai Koefisien Distribusi Unit Tahanan Gesekan (ζ).....	138
Gambar 2.70 Penampang Kritis Analisis Geser pada <i>Pile Cap</i>	142

Gambar 3.1 Lokasi Perencanaan Gedung Apartemen	146
Gambar 3.2 Grafik Hasil Uji SPT dan CPT	148
Gambar 3.3 <i>Properties</i> Tanah BH-05	149
Gambar 3.4 Lokasi Kolom K1 pada Lantai Atap	152
Gambar 3.5 Bagian Pelat yang Dimasukan ke Balok	156
Gambar 3.6 Lokasi Pelat Lantai 2 Arah.....	156
Gambar 3.7 Lokasi Pelat Lantai 1 Arah.....	159
Gambar 3.8 Model 3D Struktur Gedung.....	163
Gambar 3.9 Atap Penutup Lubang Tangga.....	165
Gambar 3.10 Spektrum Respons Tangerang.....	169
Gambar 3.11 <i>Equivalent Lateral Procedure</i>	173
Gambar 3.12 Modulus Elastisitas (E)	173
Gambar 3.13 <i>Stiffness Modifiers</i> Kolom.....	174
Gambar 3.14 <i>Stiffness Modifiers</i> Dinding.....	175
Gambar 3.15 <i>Stiffness Modifiers</i> Balok	175
Gambar 3.16 <i>Stiffness Modifiers</i> Pelat	176
Gambar 3.17 <i>Beam–Column Joint Modeling</i>	176
Gambar 3.18 Penentuan Diafragma	177
Gambar 3.19 <i>Mass Source</i> yang Dimasukan pada <i>Software</i> ETABS.....	177
Gambar 3.20 Ketidakberaturan Torsi.....	178
Gambar 3.21 Ketidakberaturan Sudut Dalam	180
Gambar 3.22 Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma.....	181
Gambar 3.23 Ketidakberaturan Pergeseran Tegak Lurus Terhadap Bidang.....	181
Gambar 3.24 Ketidakberaturan Sistem Nonpararel	182

Gambar 3.25 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak	183
Gambar 3.26 <i>Method to Estimate of Lateral Storey Stiffness</i>	183
Gambar 3.27 Ketidakberaturan Berat (Massa).....	184
Gambar 3.28 Ketidakberaturan Geometri Vertikal	185
Gambar 3.29 Ketidakberaturan Diskontinuitas Bidang pada Elemen Vertikal ..	185
Gambar 3.30 Ketidakberaturan Kekuatan Tingkat Lemah	186
Gambar 3.31 Penentuan Simpangan Antar Tingkat.....	190
Gambar 3.32 Efek P-Delta	191
Gambar 3.33 Bagan Alir Penelitian	194
Gambar 3.34 Bagan Alir Penelitian (Lanjutan)	195
Gambar 3.35 Bagan Alir Penentuan <i>Base Shear</i> dengan Metode DDBD	196
Gambar 3.36 Bagan Alir Analisis <i>Pushover</i> pada <i>Software</i> ETABS.....	197
Gambar 3.37 Bagan Alir Perencanaan Lentur Balok SRPMK	198
Gambar 3.38 Bagan Alir Perencanaan Lentur Balok Tul. Rangkap.....	199
Gambar 3.39 Bagan Alir Perencanaan Lentur Balok Tul. Rangkap (Lanjutan) .	200
Gambar 3.40 Bagan Alir Perencanaan Lentur Balok Tul. Tunggal.....	201
Gambar 3.41 Bagan Alir Perencanaan Lentur Balok Tul. Tunggal (Lanjutan)..	202
Gambar 3.42 Bagan Alir Perencanaan Kuat Geser Balok SRPMK.....	203
Gambar 3.43 Bagan Alir Perencanaan Kuat Geser Balok	204
Gambar 3.44 Bagan Alir Perencanaan Kuat Geser Balok (Lanjutan)	205
Gambar 3.45 Bagan Alir Perencanaan Tulangan Torsi Balok	206
Gambar 3.46 Bagan Alir Perencanaan Tulangan Torsi Balok (Lanjutan)	207
Gambar 3.47 Bagan Alir Perencanaan Tulangan Kolom SRPMK	208
Gambar 3.48 Bagan Alir Perencanaan Pelat	209

Gambar 3.49 Bagan Alir Perencanaan Tulangan Longitudinal <i>Shear Wall</i>	210
Gambar 3.50 Bagan Alir Perencanaan Tulangan Transversal <i>Shear Wall</i>	211
Gambar 4.1 <i>Define Load Patterns</i> Beban Gravitasi.....	212
Gambar 4.2 <i>Material Property Data</i> Beton K-350.....	212
Gambar 4.3 Beban Dinding dan Beban Atap Penutup Lubang Tangga	213
Gambar 4.4 Beban SIDL Lantai 1-8	213
Gambar 4.5 Beban SIDL Lantai 9.....	213
Gambar 4.6 Beban SIDL Lantai Atap.....	214
Gambar 4.7 Beban LL Lantai 1-8	214
Gambar 4.8 Beban LL Lantai 9.....	214
Gambar 4.9 Beban LL Atap	214
Gambar 4.10 Model Tangga Pada <i>Software</i> ETABS.....	217
Gambar 4.11 Beban SIDL.....	217
Gambar 4.12 Beban LL.....	217
Gambar 4.13 Reaksi Perletakan	218
Gambar 4.14 Gaya Dalam Momen Tangga	218
Gambar 4.15 Gaya Geser Tangga	219
Gambar 4.16 Denah dan Potongan Lift.....	229
Gambar 4.17 <i>Standard Dimensions & Reactions</i>	229
Gambar 4.18 Denah Struktur untuk Kontrol Ketidakberaturan Sudut Dalam	261
Gambar 4.19 Tampilan Isometrik Struktur Gedung	262
Gambar 4.20 Denah Struktur untuk Kontrol Ketidakberaturan	262
Gambar 4.21 Beban 1 Satuan Arah X.....	263
Gambar 4.22 Beban 1 Satuan Arah Y	263

Gambar 4.23 <i>Displacement</i> pada Pusat Massa Arah X.....	263
Gambar 4.24 <i>Displacement</i> pada Pusat Massa Arah Y.....	264
Gambar 4.25 <i>Sample</i> Pengecekan pada Grid 1 untuk Arah X.....	267
Gambar 4.26 <i>Sample</i> Pengecekan pada Grid B untuk Arah Y	267
Gambar 4.27 Pergerakan Struktur Mode 1	272
Gambar 4.28 Pergerakan Struktur Mode 2	273
Gambar 4.29 Pergerakan Struktur Mode 3	273
Gambar 4.30 Faktor Skala Baru Arah X.....	276
Gambar 4.31 Faktor Skala Baru Arah Y	276
Gambar 4.32 Distribusi Gaya Geser dan <i>Overtuning Moment</i> Relatif Arah X. .	279
Gambar 4.33 Panjang Dinding Geser Arah X.....	279
Gambar 4.34 Respons Spektrum & <i>Spectra Displacement</i> Redaman 13,201% ..	286
Gambar 4.35 Distribusi Gaya Geser dan <i>Overtuning Moment</i> Relatif Arah Y .	288
Gambar 4.36 Panjang Dinding Geser Arah Y.....	289
Gambar 4.37 Respons Spektrum & <i>Spectra Displacement</i> Redaman 16,148% ..	296
Gambar 4.38 <i>Input</i> Beban Gempa dari DDB Arah X	297
Gambar 4.39 <i>Input</i> Beban Gempa dari DDB Arah Y	298
Gambar 4.40 <i>Displacement</i> pada Pusat Massa Arah X.....	299
Gambar 4.41 <i>Displacement</i> pada Pusat Massa Arah Y.....	299
Gambar 4.42 Kontrol Simpangan Antar Tingkat.....	300
Gambar 4.43 Lokasi Pembagian Grup Balok Primer.....	302
Gambar 4.44 Keterangan Penampang Balok Primer	303
Gambar 4.45 Gaya Geser Desain diluar Sendi Plastis	322
Gambar 4.46 Lokasi Pembagian Grup Balok Sekunder	352

Gambar 4.47 Keterangan Penampang Balok Sekunder	352
Gambar 4.48 Gaya Geser pada Tumpuan dan Lapangan Balok Sekunder	354
Gambar 4.49 Tipe Kolom Berdasarkan Dimensi	378
Gambar 4.50 Tipe Kolom Berdasarkan Penulangan	378
Gambar 4.51 Keterangan Penampang Kolom	379
Gambar 4.52 Diagram Interaksi Kolom K2A Kelompok C	381
Gambar 4.53 Lokasi HBK untuk Analisis SCWB pada Lantai 6	383
Gambar 4.54 Skema Prilaku Struktur Arah-X	383
Gambar 4.55 Skema Prilaku Struktur Arah-Y	384
Gambar 4.56 Keterangan HBK	399
Gambar 4.57 Gaya Geser HBK pada Arah-x dan Arah-y	403
Gambar 4.58 Lokasi Dinding Geser	408
Gambar 4.59 Keterangan Penampang Dinding Geser	408
Gambar 4.60 Luasan Penampang Tekan Dinding Geser	410
Gambar 4.61 Diagram Interaksi Dinding Geser Tinjauan	413
Gambar 4.62 Detail Elemen Batas Khusus	416
Gambar 4.63 Lokasi Tipe Pelat pada Lantai 9	422
Gambar 4.64 Lokasi Tipe Pelat pada Lantai Atap	422
Gambar 4.65 Keterangan Penampang Pelat	423
Gambar 4.66 <i>Input</i> Tulangan Balok G1 LT1	435
Gambar 4.67 <i>Input</i> Tulangan Kolom K1 LT 1-2	435
Gambar 4.68 <i>Input</i> Tulangan Dinding Geser P1 LT 1-3	436
Gambar 4.69 Kontrol Kapasitas Struktur	436
Gambar 4.70 Titik Tinjauan Deformasi	437

Gambar 4.71 <i>Input Static Nonlinier Case Gravity</i>	437
Gambar 4.72 <i>Input Static Nonlinier Pushover Case (Push-x)</i>	438
Gambar 4.73 <i>Input Static Nonlinier Pushover Case (Push-y)</i>	438
Gambar 4.74 <i>Input Sendi Plastis pada Balok</i>	439
Gambar 4.75 <i>Input Sendi Plastis pada Kolom</i>	439
Gambar 4.76 <i>Performance Point Arah-x Run Analysis Pertama</i>	440
Gambar 4.77 <i>Performance Point Arah-y Run Analysis Pertama</i>	440
Gambar 4.78 <i>Output Beban Dorong Arah-x</i>	443
Gambar 4.79 <i>Push-x Step 4 dan Step 5</i>	444
Gambar 4.80 <i>Push-x Step 11 dan Step 12</i>	444
Gambar 4.81 <i>Kurva Kapasitas Arah-x</i>	445
Gambar 4.82 <i>Output Beban Dorong Arah-y</i>	446
Gambar 4.83 <i>Push-x Step 1 dan Step 2</i>	446
Gambar 4.84 <i>Push-x Step 3 dan Step 4</i>	447
Gambar 4.85 <i>Kurva Kapasitas Arah-y</i>	447
Gambar 4.86 <i>Titik Kinerja Arah-x Metode Kurva Kapasitas</i>	448
Gambar 4.87 <i>Titik Kinerja Arah-y Metode Kurva Kapasitas</i>	448
Gambar 4.88 <i>Titik Kinerja Arah-x Metode Koefisien Perpindahan</i>	449
Gambar 4.89 <i>Titik Kinerja Arah-y Metode Koefisien Perpindahan</i>	450
Gambar 4.90 <i>Perbandingan Nilai Drift dan Displacement Arah-x</i>	451
Gambar 4.91 <i>Perbandingan Nilai Drift dan Displacement Arah-y</i>	453
Gambar 4.92 <i>Reaksi Perletakan Kondisi Gempa Kuat</i>	454
Gambar 4.93 <i>Reaksi Perletakan Kondisi Gempa Layan</i>	455
Gambar 4.94 <i>Keterangan Struktur Fondasi</i>	456

Gambar 4.95 Desain <i>Pile Cap</i>	461
Gambar 4.96 Tinggi Efektif Pelat <i>Pile Cap</i>	465
Gambar 4.97 Penampang Kritis Analisis Geser Dua Arah.....	466
Gambar 4.98 Penampang Kritis Analisis Geser Satu Arah.....	468
Gambar 4.99 Analisis Perhitungan Momen Ultimit Arah-y (M_y).....	469
Gambar 4.100 Analisis Perhitungan Momen Ultimit Arah-x (M_x).....	470