

PERILAKU STRUKTUR GEDUNG BETON BERTULANG EKSISTING AKIBAT PENAMBAHAN LANTAI

WIWIN BUDIANTO
NRP: 0821007

Pembimbing : Dr. YOSAFAT AJI PRANATA, S.T., M.T.

ABSTRAK

Dalam perkembangan dunia konstruksi sekarang, gedung-gedung banyak yang berubah fungsinya. Hal ini mengakibatkan banyaknya perubahan struktur, salah satu contohnya adalah penambahan pelat lantai sebagian maupun seluruhnya. Penambahan pelat lantai tersebut akan mengakibatkan perubahan pada semua struktur bangunan terhadap kekuatannya pada gempa.

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah mempelajari analisis statik ekuivalen dan analisis dinamik *responses spectrum* untuk bangunan gedung tahan gempa serta mempelajari perilaku gedung akibat adanya penambahan lantai *mezzanine* di gedung *eksisting* pada lantai dasar, *displacement*, *story drift*, kinerja batas layan dan kinerja batas ultimit.

Hasil penelitian tugas akhir ini memperlihatkan bahwa gedung *eksisting* yang ditambah dengan pelat lantai *mezzanine*, masih kuat menahan gaya gempa yang didesain. *Displacement*, *story drift*, kinerja batas layan dan kinerja batas ultimit masih memenuhi ketentuan dan syarat yang didasari pada peraturan gempa SNI 02-1726-2002.

Kata kunci: Gedung beton bertulang, penambahan pelat lantai, analisis dinamik *response spectrum*, analisis statik ekuivalen.

BEHAVIOR OF REINFORCED CONCRETE EXISTING BUILDING STRUCTURE OF FLOOR ADDITION

**WIWIN BUDIANTO
NRP: 0821007**

Supervisor : Dr. YOSAFAT AJI PRANATA, S.T., M.T.

ABSTRACT

In the development of the construction world now, many buildings are changed its function. This has resulted many structural changes, one example is the addition of partial or total floor plate. Addition the floor plate will result in changes to all structures on power at the earthquake.

The purpose of this final project is to study equivalent static analysis and dynamic response spectrum analysis for earthquake resistant buildings and the studying the behavior of the building due to the addition of mezzanine floors in existing buildings at the the ground floor, displacement, story drift, performance and service life limits and ultimate limit performance.

The results of this final project is show that the existing building plus a mezzanine floor plate, is still able to resist earthquake forces that have been designed. Displacement, story drift, performance service life limit and ultimate life limit still fulfill the terms and conditions based at the earthquake regulations of SNI 02-1726-2002.

Keywords: Reinforced concrete building, addition of the floor plate, aftershocks earthquake, dynamic response spectrum analysis, equivalent static analysis.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN.....	iv
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	v
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR NOTASI.....	xxi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.4 Sistematika Penulisan	3
1.5 Lisensi Perangkat Lunak.....	4
1.6 Metodologi Penelitian.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Struktur Beton Bertulang	6
2.1.1 Beton	6
2.1.2 Baja	7
2.1.3 Baja Tulangan.....	8

2.1.4 Beton Bertulang.....	8
2.2 Bangunan Gedung Tahan Gempa.....	8
2.2.1 Beban Gempa	9
2.3 Peraturan Gempa Indonesia Berdasarkan SNI 02-1726-2002	10
2.3.1 Wilayah Gempa dan Respons Spektrum	10
2.3.2 Faktor Keutamaan	12
2.3.3 Struktur Gedung Beraturan.....	13
2.3.4 Pembatasan Waktu Getar Alami Fundamental	15
2.3.5 Waktu Getar Alami Fundamental	17
2.3.6 Lantai Tingkat Sebagai Diafragma	18
2.3.7 Eksentrisitas Pusat Massa terhadap Pusat Rotasi	
Lantai Tingkat.....	18
2.3.8 Pembatasan Penyimpangan Lateral.....	19
2.3.9 Kekakuan Struktur.....	20
2.4 Analisis Statik Ekuivalen.....	20
2.5 Analisis Dinamik Respons Spektrum	21
2.5.1 Analisis Ragam Spektrum Respons	22
2.6 Sambungan.....	23
2.6.1 Desain Baut terhadap Geser	24
2.6.2 Desain Baut terhadap Tumpu	24
2.6.3 Baut yang Memikul Gaya Tarik	25
2.6.4 Angkur Baja.....	25
2.6.5 Perakatan EASF (<i>Epoxy Acrylate Styrene Free</i>).....	26
2.6.6 Sambungan Las.....	27
2.7 Perangkat Lunak <i>ETABS</i>	29

BAB III STUDI KASUS DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Gedung.....	30
3.1.1 Denah Struktur Gedung.....	30
3.1.2 Data Struktur	32
3.1.3 Data Material	33
3.2 Pemodelan Gedung.....	33

3.3 Analisis Statik Ekuivalen.....	50
3.3.1 Cek Waktu Getar dan Menghitung Gaya Geser	50
3.3.2 Menghitung Gaya-gaya Gempa Tiap Lantai (<i>Fi</i>)	53
3.3.3 Pembahasan Hasil Analisis Statik Ekuivalen.....	54
3.4 Analisis Dinamik Respon Spektrum	57
3.4.1 Faktor Skala dan Arah Utama	60
3.4.2 Pembahasan Hasil Analisis Dinamik Respon Spektrum.....	63
3.5 Penambahan Lantai <i>Mezzanine</i>	65
3.6 Analisis Statik Akibat Penambahan Lantai <i>Mezzanine</i>	65
3.6.1 Cek Waktu Getar dan Menghitung Gaya Geser	67
3.6.2 Menghitung Gaya-Gaya Gempa Tiap Lantai	71
3.6.3 Pembahasan Hasil Analisis Statik Ekuivalen.....	72
3.7 Analisis Dinamik Respon Spektrum Akibat Penambahan Lantai <i>Mezzanine</i>	76
3.7.1 Faktor Skala dan Arah Utama	79
3.7.2 Pembahasan Hasil Analisis Dinamik Respon Spektrum.....	82
3.8 Desain Penulangan Balok dan Kolom Beton.....	85
3.8.1 <i>Detailing</i> Penulangan.....	85
3.8.2 Ketentuan-ketentuan Umum untuk SRPMM	87
3.8.3 Menghitung Keperluan Baja Tulangan untuk Menahan Lentur	90
3.8.4 Analisis Geser Berdasarkan Pembesaran 2 Kali Beban Gempa	95
3.8.5 Desain Komponen Struktur Kolom SPRMM.....	97
3.9 Sambungan.....	100
3.9.1 Sambungan Balok Induk – Balok Anak.....	100
3.9.2 Sambungan Balok Induk – Kolom.....	106

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan	111
4.2 Saran	111

DAFTAR PUSTAKA.....	112
LAMPIRAN	113

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Contoh Penambahan Lantai Pada Bangunan Eksisting Mal Bandung Indah Plasa.....	2
Gambar 1.2	Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir	5
Gambar 2.1	Tipe-tipe Sambungan Las.....	28
Gambar 2.2	Jenis-jenis Sambungan Las.....	28
Gambar 3.1	Denah Lantai 1-5 (a), Denah Lantai <i>Mezzanine</i>	30
Gambar 3.2	Potongan 1 pada: (a) Gedung Eksisting, (b) Setelah Adanya Penambahan Lantai <i>Mezzanine</i>	31
Gambar 3.3	Potongan 2 pada: (a) Gedung Eksisting, (b) Gedung Setelah Adanya Penambahan Lantai <i>Mezzanine</i>	31
Gambar 3.4	Denah Struktur.....	32
Gambar 3.5	Tampilan <i>New Model Initialization</i>	33
Gambar 3.6	Tampilan Pembuatan <i>Grid</i>	34
Gambar 3.7	Input <i>Plan Grid</i> Secara Manual.....	34
Gambar 3.8	Tampilan <i>Grid</i> Data Sesuai Ukuran.....	35
Gambar 3.9	Mendefinisikan Material	35
Gambar 3.10	<i>Input Data</i> Properti Material	35
Gambar 3.11	Mendefinisikan Jenis Balok dan Kolom	36
Gambar 3.12	<i>Input</i> Dimensi Balok Induk	36
Gambar 3.13	<i>Input</i> Dimensi Balok Anak.....	37
Gambar 3.14	<i>Input</i> Dimensi Kolom Lantai 1	37
Gambar 3.15	<i>Input</i> Dimensi Kolom Lantai 2	37
Gambar 3.16	<i>Input</i> Dimensi Kolom Lantai 3	38
Gambar 3.17	<i>Input</i> Dimensi Kolom Lantai 4.....	38
Gambar 3.18	<i>Input</i> Dimensi Kolom Lantai 5	38
Gambar 3.19	<i>Reinforcement</i> Data Untuk Kolom.....	39
Gambar 3.20	<i>Reinforcement</i> Data Untuk Balok Induk	39
Gambar 3.21	Mendefinisikan Jenis Pelat	39

Gambar 3.22	<i>Input Dimensi Ukuran Pelat Lantai</i>	40
Gambar 3.23	<i>Input Dimensi Ukuran Pelat Atap</i>	40
Gambar 3.24	<i>Model Struktur Gedung Tiga Dimensi</i>	41
Gambar 3.25	<i>Potongan Struktur Gedung Portal H</i>	41
Gambar 3.26	<i>Denah Lantai 1-4 Dengan Lubang Lift</i>	42
Gambar 3.27	<i>Denah Lantai Atap</i>	42
Gambar 3.28	<i>Input Perletakan</i>	43
Gambar 3.29	<i>Membuat Rigid Diaphragm Pada Pelat</i>	43
Gambar 3.30	<i>Rigid Diaphragm Pada Tiap Pelat</i>	44
Gambar 3.31	<i>Mendefinisikan Static Load Case</i>	44
Gambar 3.32	<i>Input Beban Super Dead Load Pada Pelat Atap</i>	46
Gambar 3.33	<i>Input Beban Super Dead Load Pada Pelat Lantai 1-4</i>	46
Gambar 3.34	<i>Input Beban Live Load Pada Pelat Atap</i>	47
Gambar 3.35	<i>Input Beban Live Load Pada Pelat Lantai 1-4</i>	47
Gambar 3.36	<i>Input Beban Super Dead Load Pada Balok</i>	47
Gambar 3.37	<i>Tampilan Input Kombinasi Pembebanan</i>	48
Gambar 3.38	<i>Respons Spectrum Wilayah 4 (SNI 1726-2002)</i>	51
Gambar 3.39	<i>Gaya Gempa Tiap Lantai Arah x</i>	54
Gambar 3.40	<i>Letak Point 34 pada Denah</i>	54
Gambar 3.41	<i>Input Beban</i>	57
Gambar 3.42	<i>Modification Factors</i>	57
Gambar 3.43	<i>Response Spectrum Fuction</i>	58
Gambar 3.44	<i>Response Spectrum Case</i>	58
Gambar 3.45	<i>Input Kombinasi Pembebanan</i>	59
Gambar 3.46	<i>Special Seismic Load Effects</i>	59
Gambar 3.47	<i>Dynamic Analysis Parameters</i>	59
Gambar 3.48	<i>Run Analysis</i>	60
Gambar 3.49	<i>Response Spectra</i>	62
Gambar 3.50	<i>Hasil Response Spectrum Base Reaction</i>	62
Gambar 3.51	<i>Nilai α (-21,897⁰) Untuk Vdx dan Vdy Saling Mendekati</i>	63
Gambar 3.52	<i>Bangunan Setelah Adanya Penambahan Pelat Lantai Mezzanine</i>	66

Gambar 3.53	Lantai <i>Mezzanine</i> Tampak Atas.....	66
Gambar 3.54	Bangunan Akhir Potongan A.....	67
Gambar 3.55	Bangunan Akhir Potongan 1.....	67
Gambar 3.56	<i>Respons Spectrum</i> Wilayah 4 (SNI 1726-2002).....	69
Gambar 3.57	Gaya Gempa Tiap Lantai Arah x.....	72
Gambar 3.58	Gaya Gempa Tiap Lantai Arah y.....	73
Gambar 3.59	<i>Input Beban</i>	76
Gambar 3.60	<i>Modification Factors</i>	76
Gambar 3.61	<i>Response Spectrum Fuction</i>	77
Gambar 3.62	<i>Response Spectrum Cases</i>	77
Gambar 3.63	<i>Input Kombinasi Pembebanan</i>	78
Gambar 3.64	<i>Special Seismic Load Effects</i>	78
Gambar 3.65	<i>Dynamic Analysis Parameters</i>	78
Gambar 3.66	<i>Run Analysis</i>	79
Gambar 3.67	<i>Response Spectra</i>	81
Gambar 3.68	Hasil <i>Response Spectrum Base Reaction</i>	82
Gambar 3.69	Nilai α (-28,930 ⁰) Untuk V_{dx} dan V_{dy} Saling Mendekati.....	82
Gambar 3.70	Balok dan Kolom yang Ditinjau	89
Gambar 3.71	Momen Balok Tumpuan Kiri.....	90
Gambar 3.72	Momen Balok Daerah Lapangan	92
Gambar 3.73	Momen Balok Daerah Tumpuan Kanan.....	93
Gambar 3.74	Gaya Geser Maksimum	95
Gambar 3.75	Detail Penulangan Balok Induk B87	97
Gambar 3.76	Hasil Output <i>PcaColumn</i>	97
Gambar 3.77	Tulangan Kolom C5 Lantai 1	100
Gambar 3.78	Desain Sambungan Balok Induk – Balok Anak (a), Tampak Atas (b), Potongan 1 (c)	101
Gambar 3.79	Detail Sambungan Balok Induk – Kolom	106
Gambar 3.80	Diagram Tarik dan Tekan Angkur	109
Gambar L1.1	Lokasi Balok yang Ditinjau (B5).....	113
Gambar L2.1	Portal Perletakan Jepit-jepit.....	116
Gambar L2.2	DOF Struktur	117

Gambar L2.3 Reaksi Perletakan ETABS.....	129
Gambar L2.4 Garis Elastisitas ETABS.....	129

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat Mekanis Baja Struktural.....	7
Tabel 2.2	Percepatan Puncak Batuan Dasar dan Percepatan Puncak Muka untuk Masing-masing Wilayah Gempa Indonesia	11
Tabel 2.3	Respons Gempa Rencana	12
Tabel 2.4	Faktor Keutamaan (<i>I</i>) untuk Berbagai Kategori Gedung dan Bangunan.....	13
Tabel 2.5	Koefisien ζ yang Membatasi Waktu Getar Alami Fundamental Struktur Gedung.....	15
Tabel 2.6	Faktor Daktilitas Maksimum, Faktor Reduksi Gempa Maksimum, Faktor Tahanan Lebih Struktur dan Faktor Tahanan Lebih Total Beberapa Jenis Sistem dan Subsistem Struktur Gedung.....	16
Tabel 2.7	Kekuatan Perekat EASF (<i>Epoxy Acrylate Styrene Free</i>)	27
Tabel 2.8	Ukuran Minimum Las Sudut	29
Tabel 3.1	<i>Modal Participating Mass Ratio</i>	50
Tabel 3.2	<i>Center Mass Rigidity</i>	51
Tabel 3.3	Berat Struktur	51
Tabel 3.4	T-Ray Arah y	52
Tabel 3.5	T-Ray Arah x	53
Tabel 3.6	Gaya Gempa Arah y.....	53
Tabel 3.7	Gaya Gempa Arah x.....	53
Tabel 3.8	<i>Point Displacement</i>	55
Tabel 3.9	Kinerja Batas Layan Arah x	55
Tabel 3.10	Kinerja batas Layan Arah y	56
Tabel 3.11	Kinerja Batas Ultimit Arah x.....	56
Tabel 3.12	Kinerja Batas Ultimit Arah y.....	56
Tabel 3.13	<i>Response Spectrum Base Reaction</i>	61
Tabel 3.14	<i>Point Displacement</i>	63

Tabel 3.15	Kinerja Batas Layan Arah x	64
Tabel 3.16	Kinerja Batas Layan Arah y	64
Tabel 3.17	Kinerja Batas Ultimit Arah x.....	64
Tabel 3.18	Kinerja Batas Ultimit Arah y.....	65
Tabel 3.19	<i>Modal Participating Mass Ratio</i>	68
Table 3.20	<i>Center Mass Rigidity</i>	68
Tabel 3.21	Berat Struktur.....	69
Tabel 3.22	T-Ray Arah y	70
Tabel 3.23	T-Ray Arah x	71
Tabel 3.24	Gaya Gempa Arah y.....	71
Tabel 3.25	Gaya Gempa Arah x.....	72
Tabel 3.26	Point Displacement 34.....	73
Tabel 3.27	Kinerja Batas Layan Arah x	74
Tabel 3.28	Kinerja Batas Layan Arah y	74
Tabel 3.29	Kinerja Batas Ultimit Arah x.....	75
Tabel 3.30	Kinerja Batas Ultimit Arah y.....	75
Tabel 3.31	<i>Response Spectrum Base Reaction</i>	80
Tabel 3.32	<i>Point Displacement 34</i>	82
Tabel 3.33	Kinerja Batas Layan Arah x	83
Tabel 3.34	Kinerja Batas Layan Arah y	84
Tabel 3.35	Kinerja Batas Ultimit Arah x.....	84
Tabel 3.36	Kinerja Batas Ultimit Arah y.....	85
Tabel 3.37	Hasil ETABS untuk V_u dan M_u	100
Tabel L3.1	Hasil Verifikasi	130
Tabel L3.2	Perbedaan Nilai Verifikasi.....	130

DAFTAR NOTASI

A_g	Luas bruto penampang (mm^2)
A_m	Percepatan respons maksimum atau Faktor Respons Gempa maksimum pada Spektrum Respon Gempa Rencana
A_o	Percepatan puncak muka tanah akibat pengaruh Gempa Rencana yang bergantung pada Wilayah Gempa dan jenis tanah tempat struktur gedung berada
A_r	Pembilang dalam persamaan hiperbola Faktor Respons Gempa C pada Spektrum Respons Gempa Rencana
A_s	Luas tulangan yang diperlukan (mm^2)
$A_{s \text{ max}}$	Luas tulangan maksimum yang diperlukan (mm^2)
$A_{s \text{ min}}$	Luas tulangan minimum yang diperlukan (mm^2)
b	Lebar balok (mm)
C	Faktor Respons Gempa dinyatakan dalam percepaan gravitasi yang nilainya bergantung pada waktu getar alami struktur gedung dan kurvanya ditampilkan dalam Spektrum Respons Gempa Rencana
C_v	Faktor Respons Gempa vertical untuk mendapatkan beban gempa vertikal nominal statik ekuivalen pada unsure struktur gedung yang memiliki kepekaan yang tinggi terhadap beban gravitasi.
d	Tinggi efektif penampang (mm)
d_b	Diameter nominal batang tulangan (mm)
d_i	simpangan horizontal lantai tingkat i dari hasil analisis 3 dimensi struktur gedung akibat beban gempa
e_d	Eksentrisitas rencana antara pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat struktur gedung
E_c	Modulus Elastisitas beton
E_s	Modulus elastisitas baja
f_c'	Kuat tekan beton (MPa)
F_i	Beban gempa nominal statik ekuivalen lantai ke-i

F_x	Beban gempa nominal statik ekuivalen arah x
F_y	Beban gempa nominal statik ekuivalen arah y
f_y	Kuat leleh tulangan lentur yang disyaratkan, MPa
f_{ys}	Kuat leleh tulangan geser yang disyaratkan, Mpa
G	Modulus elastis geser baja = 80.000 Mpa
g	Percepatan gravitasi
H	Tinggi total
h_i	Tinggi lantai gedung ke-i
I	Faktor Keutamaan gedung, faktor pengali dari pengaruh Gempa Rencana pada berbagai kategori gedung, untuk menyesuaikan perioda ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian probabilitas dilampauinya pengaruh tersebut selama umur gedung itu dan penyesuaian umur gedung itu.
j	Koefisien lengan momen
l_n	Bentang bersih, mm
l_o	Panjang minimum, diukur dari muka join sepanjang sumbu komponen strukturm dimana harus disediakan tulangan transversal
m	Massa gedung (kg.det ² /meter)
m_{total}	Massa gedung total (kg.det ² /meter)
M_u	Momen
n	Jumlah lantai
P_u	Beban aksial terfaktor (kg)
R	Faktor reduksi gempa, rasio antara beban gempa maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana pada struktur gedung elastic penuh dan beban gempa nominal akibat pengaruh Gempa Rencana pada struktur gedung daktail, bergantung pada faktor daktilitas struktur gedung tersebut, faktor reduksi gempa representative struktur gedung tidak beraturan
s	Spasi maksimum tulangan geser (mm)
s_o	Spasi maksimum tulangan geser (mm)

T	Waktu getar alami struktur gedung dinyatakan dalam detik yang menentukan besarnya Faktor Respons Gempa Struktur Gedung dan kurvanya ditampilkan dalam Spektrum Respons Gempa Rencana
T_1	Waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan maupun tidak beraturan dinyatakan dalam detik
V	Beban (gaya) geser dasar nominal statik ekuivalen akibat pengaruh Gempa Rencana yang bekerja di tingkat dasar struktur gedung beraturan dengan tingkat daktilitas umum, dihitung berdasarkan waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan tersebut (kg)
V_c	Kuat geser nominal yang dipikul oleh beton
V_u	Gaya geser terfaktor pada penampang
W_i	Berat lantai tingkat ke- i
W_t	Massa gedung dikalikan gravitasi (kg)
z_i	Ketinggian lantai tingkat ke- i suatu struktur gedung terhadap taraf penjepitan lateral.
Δ_s	batasan drift sesuai kinerja batas layan
Δ_m	batasan drift sesuai kinerja batas ultimit
ρ	Rasio tulangan tarik non-prategang
ρ'	Rasio tulangan tekan non-prategang
$\emptyset$	Faktor reduksi lentur
ζ (zeta)	Koefisien pengali dari jumlah tingkat struktur gedung yang membatasi waktu getar alami fundamental struktur gedung bergantung pada wilayah gempa
Σ (sigma)	Tanda penjumlahan
F_y	Tegangan leleh minimum yang disyaratkan, Mpa. Seperti yang digunakan dalam spesifikasi ini, "tegangan leleh" menunjukkan baik titik leleh minimum yang disyaratkan (untuk baja yang mempunyai titik leleh) atau kekuatan leleh yang disyaratkan (untuk baja yang tidak mempunyai titik leleh.
F_u	Kekuatan tarik minimum yang disyaratkan, Mpa.
DL	beban mati nominal, Kg

L	beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, dan lain-lain.
E_x / E_y	beban gempa, yang ditentukan menurut SNI 03-1726-1989, atau penggantinya.
R_n	kuat nominal.
ϕR_n	kuat rencana.
L	Panjang komponen struktur, (mm)
b	Lebar elemen penampang, mm
t_w	Tebal badan baja, mm
t_f	Tebal sayap baja, mm
λ	Parameter kelangsingan
λ_p	Parameter batas kelangsingan
λ_r	Parameter batas kelangsingan untuk elemen nonkompak
M_n	Kuat lentur nominal
M_p	Momen lentur plastis
Z_x	Modulus penampang plastis di sumbu x, (mm ³)
M_u	Momen lentur terfaktor
ΦM_n	Kuat lentur rencana / momen desain
V_n	Kuat geser nominal
A_w	Luas dari badan, tinggi keseluruhan dikalikan dengan ketebalan badan, dt_w (mm ²)
C_v	Koefisien geser badan
K_v	Koefisien tekuk geser pelat badan
h	untuk penampang tersusun yang dilas, jarak bersih antara sayap (mm)
C_M	Faktor koreksi layan basah
C_t	Faktor koreksi suhu
C_L	Faktor stabilitas balok
R_b	Faktor kelangsingan balok
I_e	adalah panjang efektif tak terkekang yang digunakan pada perencanaan batang tekan, mm.

f_b	Tegangan normal/ lentur, MPa
F_v	Kuat geser, MPa
F_b^*	Referensi desain lentur, nilai dikalikan dengan semua faktor koreksi kecuali C_L , MPa
E_{min}'	Modulus elastisitas lentur rerata terkoreksi, MPa
L	panjang komponen struktur lentur di antara titik-titik dengan momen nol (mm).
d	tinggi komponen struktur (mm).
b	lebar komponen struktur (mm)
l_{max}	Panjang maksimum bentang bersih
f_v	tegangan geser,MPa
d	Diameter baut
V_d	kuat geser rencana baut,N
f_u^b	Tegangan tarik putus baut, MPa
Φ_f	Faktor reduksi kekuatan saat fraktur
r_i	0.5 untuk baut tanpa ulir dan 0.4 untuk baut dengan ulir pada bidang geser
A_b	Luas penampang bruto, mm ²
R_d	Kuat rencana, N
d_b	Diameter baut nominal pada daerah tak berulir, mm
t_p	Tebal pelat, mm
f_u	Tegangan tarik putus pelat, MPa
T_d	Kuat tarik rencana, N
Z_u	Tahanan perlu sambungan
λ	Faktor waktu yang berlaku
K_F	Faktor konversi
ϕ_z	Faktor tahanan sambungan
Z'	Tahanan terkoreksi sambungan
n	jumlah alat pengencang dengan spasi yang seragam pada baris ke i
n_f	jumlah total alat pengencang
n_r	jumlah baris alat pengencang dalam sambungan
γ	modulus beban atau modulus gelincir untuk satu alat pengencang

Z	tahanan lateral acuan satu baut
F_{yb}	tahanan lentur baut, MPa
F_{cs}	Kuat tumpu pelat sekunder MPa
l_s	tebal pelat sekunder, mm

DAFTAR LAMPIRAN

L1 Pengecekan Balok Baja	113
L2 Verifikasi <i>Software</i>	116