

ANALISIS DAN DESAIN KOLOM KOMPOSIT DAN BALOK *HONEY COMB* PADA BANGUNAN BERTINGKAT TIGA LANTAI

Nalendra Aji Santoso
NRP : 0721071

Pembimbing : Ir. GINARDY HUSADA, MT.

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA
BANDUNG**

ABSTRAK

Pada proyek-proyek bangunan baja banyak yang menggunakan balok dengan profil baja *Honey Comb* dan kolom komposit. Diperlukan analisis untuk menghitung kuat lentur dari balok *Honey Comb*, dan kuat tekan dari kolom komposit, diambil contoh bangunan bertingkat 3 lantai, dalam zona gempa wilayah 3.

Pada balok akan dibahas analisis kuat lentur pada Balok *Honey Comb* dengan Balok *I-Wide Flange* menggunakan metoda perhitungan tekuk lokal (*local buckling*) [SNI 03-1729-2002 pasal 8.2] dan tekuk lateral (*lateral torsional buckling*) [SNI 03-1729-2002 pasal 8.3]. Pada kolom akan dibahas analisis kuat tekan pada kolom komposit dengan menggunakan metoda perhitungan kuat rencana kolom komposit (pada kolom komposit) [SNI 03-1729-2002 pasal 12.3]. Dalam analisis beban gempa digunakan metoda analisis statik ekuivalen.

Sebagai hasil dari analisis dapat dibandingkan analisis menggunakan Balok *Honey Comb* dengan analisis menggunakan Balok *I-Wide Flange*. Hasilnya penggunaan Balok *Honey Comb* lebih ekonomis, dengan berat yang sama dengan Balok *Wide Flange* namun mempunyai kapasitas kuat lentur yang lebih besar, sehingga penggunaan Balok *Honey Comb* lebih praktis daripada menggunakan profil Balok *Wide Flange* dengan ukuran yang besar.

Kata Kunci : Balok *Honey Comb*, Balok *Wide Flange*, Kolom Komposit, analisis statik ekuivalen

ANALYSIS AND DESIGN COMPOSITE COLUMN AND HONEY COMB BEAM AT BUILDING THREE FLOORS

Nalendra Aji Santoso
NRP : 0721071

Advisor : Ir. GINARDY HUSADA, MT.

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
MARANATHA CHRISTIAN UNIVERSITY
BANDUNG

ABSTRACT

At projects of steel building a lot use log with steel section Honey Comb and composite column. Needed analysis for count/calculates strong flex from Honey Comb Beam, and strong depress from composite column, taken example of level building 3 floors, in zone of region earthquake 3.

At log will be discussed strong analysis flexes at Honey Comb Beam with I-Wide Flange Beam use local buckling calculation method [SNI 03-1729-2002 sections 8.2] and lateral torsional buckling [SNI 03-1729-2002 sections 8.3]. At column will be discussed strong analysis depresses at composite column with uses strong calculation method composite column plan (at composite column) [SNI 03-1729-2002 sections 12.3]. In analysis of earthquake burden used method of equivalent analysis static.

As a result of from analysis can be compared to analysis uses Honey Comb Beam by analysis use I-Wide Flange Beam. Usage The result Honey Comb Beam more economic, weighing in common with Wide Flange Beam nevertheless have strong capacities flexes larger ones, until usage Honey Comb Beam more practical than use profile Wide Flange Beam of the size big.

Key word : Honey comb beam, wide flange beam, composite column, analysis static equivalent.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Surat Keterangan Tugas Akhir	ii
Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir	iii
Lembar Pengesahan	iv
Pernyataan Orisinalitas Laporan Tugas Akhir	v
Abstrak	vi
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xii
Daftar Notasi	xiv
Daftar Konversi Satuan	xvi
Daftar Lampiran	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	1
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Sistematika Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Sifat-Sifat Material Baja	4
2.1.1 Perilaku Tegangan-Regangan	5
2.1.2 Sifat Mekanis Baja	7
2.2 Kolom Komposit	
2.2.1 Pendahuluan	7
2.2.2 Kolom Komposit	8
2.3 Balok Honey Comb	
2.3.1 Pendahuluan	11
2.3.2 Balok Honey Comb	11
2.3.3 Pengaruh Tekuk Lokal	12
2.3.4 Pengaruh Tekuk Lateral	14
2.3.5 Kuat Geser Nominal	15
2.3.6 Batas Lendutan	15
2.4 Kombinasi Pembebanan	16
2.5 Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Baja	
2.5.1 Ketentuan Umum	17
2.5.2 Struktur Gedung Beraturan dan Tidak Beraturan	17
2.5.3 Parameter Beban Gempa	18
2.5.4 Wilayah Gempa	19
2.5.5 Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa	21
2.5.6 Faktor Keutamaan Gedung (<i>I</i>)	22
2.5.7 Pembatasan Waktu Getar Alami Fundamental.	23
2.5.8 Beban Gempa Nominal Statik Ekuivalen	24
2.5.9 Waktu Getar Alami Fundamental	25

	2.5.10 Analisis Statik Ekuivalen	25
	2.5.11 Kinerja Struktur Gedung	26
BAB III	ANALISA PERENCANAAN	
	3.1 Data Perencanaan	28
	3.2 Data Material Dan Beban Yang Bekerja	35
	3.3 Diagram Alir Studi	36
	3.4 Kombinasi Pembebanan	37
	3.5 Pembebanan	
	3.5.1 Pembebanan lantai dasar	37
	3.5.2 Pembebanan lantai 1,2,3	37
	3.5.3 Pembebanan lantai atap	38
	3.5.4 Beban Lain-lain	38
	3.6 Analisis Gempa Statik Ekuivalen	39
	3.7 Pembahasan	
	3.7.1 Desain Balok	66
	3.7.2 Desain Kolom	77
	3.8 Hasil Pembahasan	81
BAB IV	PENUTUP	
	4.1 Kesimpulan	87
	4.2 Saran	88
	DAFTAR PUSTAKA	89
	LAMPIRAN	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Tegangan-Regangan Baja	6
Gambar 2.2	Macam-macam Kolom Komposit	8
Gambar 2.3	Pemotongan dan Pemasangan <i>Honey Comb</i>	11
Gambar 2.7	Zona Gempa di Indonesia	19
Gambar 2.8	Respons Spektrum Gempa Rencana	20
Gambar 3.1.1	Denah balok lantai 1 dan kolom lantai dasar	29
Gambar 3.1.2	Denah balok lantai 2 dan kolom lantai 1	30
Gambar 3.1.3	Denah balok lantai 3 dan kolom lantai 2	31
Gambar 3.1.4	Denah balok lantai 4 dan kolom lantai 3	32
Gambar 3.1.5	Denah balok atap dan kolom lantai atap	33
Gambar 3.1.6	Denah balok lantai atap dan kolom lantai 4	33
Gambar 3.1.7	Potongan A-A	34
Gambar 3.1.8	Potongan B-B	34
Gambar 3.3	Diagram Bagan Alir	36
Gambar 3.6.1.	Awal Pemodelan	39
Gambar 3.6.2.	Menginput <i>Grid Data</i>	39
Gambar 3.6.3.	Tampilan <i>Grid</i>	40
Gambar 3.6.4	Tampilan <i>Story</i>	40
Gambar 3.6.5	Menginput Data Material	41
Gambar 3.6.6	Menginput Data Balok dan Data Pelat	41
Gambar 3.6.7	Menginput Data Kolom	42

Gambar 3.6.8 Menginput Beban Statis	42
Gambar 3.6.9 Menginput Kombinasi Pembebanan	43
Gambar 3.6.10 <i>Define Mass Source</i>	43
Gambar 3.6.11 Menggambar Balok, Kolom dan Pelat	44
Gambar 3.6.12. Menginput Perletakan	44
Gambar 3.6.13 <i>Assign Diaphragm</i>	45
Gambar 3.6.14 <i>Rigid Diaphragm</i>	45
Gambar 3.6.15. Menginput Beban	46
Gambar 3.6.16. Menentukan Kombinasi Beban	47
Gambar 3.6.17 Menampilkan tabel hasil analisis	47
Gambar 3.6.18 <i>Modal participating mass ratio</i> untuk bangunan A	48
Gambar 3.6.19 <i>Modal participating mass ratio</i> untuk bangunan B	48
Gambar 3.6.20 Massa bangunan A	49
Gambar 3.6.21 Massa bangunan B	49
Gambar 3.6.22 Input beban (F_y) pada statik ekuivalen	53
Gambar 3.6.23 Input beban (F_x) pada statik ekuivalen	53
Gambar 3.6.24 Input beban (F_y) pada statik ekuivalen	61
Gambar 3.6.25 Input beban (F_x) pada statik ekuivalen	61
Gambar 3.7.1 Profil Balok <i>Honey Comb</i>	66
Gambar 3.7.2 Balok yang ditinjau adalah balok A-D-8, <i>story</i> 2	67
Gambar 3.7.3 <i>Output</i> gaya-gaya dalam yang bekerja (Bangunan A)	67
Gambar 3.7.4 Balok yang ditinjau adalah balok A-D-8, <i>story</i> 2	72
Gambar 3.7.5 <i>Output</i> gaya-gaya dalam yang bekerja (Bangunan B)	72
Gambar 3.7.6 Kolom yang ditinjau adalah kolom A-4, <i>story</i> 2	77

Gambar 3.7.7 <i>Output</i> gaya-gaya dalam yang bekerja	77
Gambar 3.7.8 Profil Kolom Komposit	78
Gambar L1.1 Gambar balok yang ditinjau	90
Gambar L1.2 Gaya yang bekerja pada balok	90
Gambar L1.3 Gambar kolom lantai 3 yang ditinjau	91
Gambar L1.4 Gambar kolom lantai 2 yang ditinjau	94
Gambar L1.5 Gambar kolom lantai 1 yang ditinjau	97
Gambar L2.1.1 Mengecek Lendutan Pada Balok	105
Gambar L2.1.2 Hasil Analisis <i>Moment</i> 3-3, Tampak 3 Dimensi	106
Gambar L2.1.3 Hasil Analisis <i>Moment</i> 3-3, Potongan A	106
Gambar L2.1.4 Hasil Analisis <i>Shear</i> 2-2, Tampak 3 Dimensi	107
Gambar L2.1.5 Hasil Analisis <i>Shear</i> 2-2, Potongan A	107
Gambar L2.1.6 Hasil Analisis <i>Axial Forces</i> , Tampak 3 Dimensi	108
Gambar L2.1.7 Hasil Analisis <i>Axial Forces</i> , Potongan A	108
Gambar L2.1.8 Hasil Analisis <i>Torsion</i> , Tampak 3 Dimensi	109
Gambar L2.1.9 Hasil Analisis <i>Torsion</i> , Potongan A	109
Gambar L2.2 <i>Output</i> gaya-gaya dalam yang bekerja	110

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Mekanis Baja	7
Tabel 2.2 Tabel batas kelangsingan maksimum	13
Tabel 2.3 Batas-batas jarak pengekang lateral	14
Tabel 2.4.1 Momen kritis untuk tekuk lateral	15
Tabel 2.4.2 Batas lendutan maksimum	16
Tabel 2.5 Tabel klasifikasi sistem struktur, system pemikul beban gempa, factor modifikasi respons, R , dan factor kuat cadang struktur, Ω_0	21
Tabel 2.6 Spektrum respons gempa rencana	22
Tabel 2.7 Faktor keutamaan I untuk berbagai kategori gedung dan bangunan	22
Tabel 2.8 Percepatan puncak batuan dasar dan percepatan puncak muka tanah	23
Tabel 2.9 Koefisien ζ yang membatasi waktu getar alami fundamental struktur gedung	23
Tabel 3.2 Tabel data material dan beban yang bekerja	25
Tabel 3.5.1 Nilai V_{by} bangunan A	50
Tabel 3.5.2 Nilai V_{bx} bangunan A	51
Tabel 3.5.3 Nilai F_y bangunan A	52
Tabel 3.5.4 Nilai F_x bangunan A	52
Tabel 3.5.5 Nilai $T_y(\text{Ray})$ pada Gedung A	54
Tabel 3.5.6 Nilai $T_x(\text{Ray})$ pada Gedung A	55
Tabel 3.5.7 <i>Story Drift</i> Bangunan A	56
Tabel 3.5.8 Batas Kinerja Struktur Gedung A	57
Tabel 3.5.9 Nilai V_{by} Bangunan B	58
Tabel 3.5.10 Nilai V_{bx} Bangunan B	59

Tabel 3.5.11 Nilai F_y bangunan B	60
Tabel 3.5.12 Nilai F_x bangunan B	60
Tabel 3.5.13 Nilai T_y (Ray) pada Gedung B	62
Tabel 3.5.14 Nilai T_x (Ray) pada Gedung B	63
Tabel 3.5.15 <i>Story Drift</i> Bangunan B	64
Tabel 3.5.16 Batas Kinerja Struktur Gedung B	65
Tabel 3.6 Tabel profil balok baja yang digunakan	66
Tabel 3.7 Perbandingan Balok	81
Tabel 3.8 Perbandingan Nilai F_y	82
Tabel 3.9 Perbandingan Nilai F_x	82
Tabel 3.10 Perbandingan Nilai T	83
Tabel 3.11 Perbandingan Nilai Simpangan arah-y	83
Tabel 3.12 Perbandingan Nilai Simpangan arah-x	84
Tabel L2.1 Hasil perbandingan kuat lentur nominal	114

DAFTAR NOTASI

A_c adalah luas penampang beton, mm^2
 A_e adalah luas efektif per satuan panjang, mm^2
 A_g adalah luas penampang bruto, cm^2
 A_n adalah luas penampang netto, mm^2
 A_r adalah luas penampang tulangan longitudinal, mm^2
 A_w adalah luas pelat badan, mm^2
 b_f adalah lebar pelat sayap, mm
 b_w adalah lebar pelat badan, mm
 b_s adalah lebar pelat pengaku, mm
 C_a dan C_v adalah koefisien percepatan gempa
 E adalah modulus elastisitas baja (200.000 MPa)
 E_c adalah modulus elastisitas beton, MPa
 E_m adalah modulus elastisitas untuk perhitungan kolom komposit, MPa
 f_{cr} adalah tegangan tekan kritis, MPa
 f_L adalah tegangan leleh dikurangi tegangan sisa, MPa
 f_u adalah Tegangan putus minimum, MPa
 f_y adalah tegangan leleh profil baja, MPa
 f_r adalah tegangan sisa (70 MPa untuk roll beam, 115 MPa untuk built up beam)
 f_c' adalah kuat tekan karakteristik beton, MPa
 G adalah modulus geser (80.000 MPa)
 I adalah momen inersia, cm^4
 I_x adalah momen inersia sumbu-x, cm^4
 I_y adalah momen inersia sumbu-y, cm^4
 I_w adalah konstanta punter lengkung ($[1/2(h-t_s)]^2 I_y$)
 J adalah konstanta puntir torsi ($1/3 \sum bt^3$)
 k_c adalah factor panjang efektif kolom
 k_n adalah koefisien tekuk geser
 L adalah panjang bentang, mm
 L_p adalah batasan bentang pendek
 L_r adalah batasan bentang tengah
 M_n adalah kuat lentur nominal, N-mm
 M_r adalah momen batas tekuk, $(S(f_y - f_r))$ MPa
 M_u adalah momen lentur terfaktor, N-mm
 N_n adalah kuat aksial nominal, N
 N_u adalah gaya aksial tekan terfaktor, N
 r_m adalah jari-jari girasi kolom komposit, mm
 R adalah faktor modifikasi respons
 S adalah modulus penampang elastis, cm^3
 t_b adalah tebal badan, mm.
 t_s adalah tebal sayap, mm.
 T adalah waktu getar dasar struktur, detik
 V adalah gaya geser dasar rencana total, N
 X_1 adalah koefisien untuk perhitungan momen tekuk lateral, MPa
 X_2 adalah koefisien untuk perhitungan momen tekuk lateral, MPa

w adalah berat jenis beton, kg/m^3
 W_t adalah berat total struktur, N
 Z adalah modulus penampang plastis, cm^3
 μ adalah rasio nisbah poisson (0,3)
 λ adalah parameter kelangsingan
 λ_p batas perbandingan lebar terhadap tebal untuk penampang kompak
 λ_r adalah batas maksimum untuk penampang tak kompak
 Φ adalah faktor reduksi kekuatan
 Φ_c adalah factor reduksi kekuatan kolom (0,85)
 Φ_b adalah factor reduksi kekuatan balok (0,90)
 ω adalah faktor tekuk

DAFTAR KONVERSI SATUAN

Dari English	Ke SI	Konversi	Jenis Satuan	Dari SI	Ke English	Konversi
ft	m	0.3048	Panjang	m	ft	3.2808
inch	mm	25.4		mm	inch	0.039
ft ²	m ²	0.0929	Luas	m ²	ft ²	10.764
inch ²	mm ²	645.2		mm ²	inch ²	0.0015
ft ³	m ³	0.028	Volume	m ³	ft ³	35.714
inch ³	mm ³	16387		mm ³	inch ³	6.10E-05
ft ⁴	m ⁴	0.0086	Inersia	m ⁴	ft ⁴	115.856
inch ⁴	mm ⁴	416231		mm ⁴	inch ⁴	2.00E-06
lbm	kg	0.4536	Massa	kg	lbm	2.2046
lbm/ft ³	kg/m ³	16.02	Berat Jenis	kg/m ³	lbm/ft ³	0.062
lb	N	4.448	Gaya	N	lb	0.2248
kip	kN	4.448		kN	kip	0.2248
lbs/ft	N/m	14.59	Gaya per Satuan Panjang	N/m	lbs/ft	0.0685
kips/ft	kN/m	14.59		kN/m	kips/ft	0.0685
lbs/in ²	kPa	6.895	Gaya per Satuan Luas; Tegangan; Tekanan; Modulus Elastisitas; Volume	kPa	lbs/in ²	0.145
kips/in ²	Mpa	6.895		Mpa	kips/in ²	0.145
lbs/ft ²	Pa	47.88		Pa	lbs/ft ²	0.021
kips/ft ²	kPa	47.88		kPa	kips/ft ²	0.021
lbs/ft ³	N/m ³	157.1		N/m ³	lbs/ft ³	0.0064
kips/ft ³	kN/m ³	157.1		kN/m ³	kips/ft ³	0.0064
lb-inch	N-mm	112.98	Momen atau Energi	N-mm	lb-inch	0.0089
kip-inch	kN-mm	112.98		kN-mm	kip-inch	0.0089
lb-ft	N-m	1.356		N-m	lb-ft	0.7375
kip-ft	kN-m	1.356		kN-m	kip-ft	0.7375
ft-lb	Joule	1.356		Joule	ft-lb	0.7375
ft-kip	kJoule	1.356		kJoule	ft-kip	0.7375

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 *PRELIMINARY DESIGN*

L1.1 <i>Preliminary</i> Pelat Lantai	89
L1.2 <i>Preliminary</i> Balok	89
L1.3 <i>Preliminary</i> Kolom	91
L1.4 Modulus Penampang Plastis (Z) <i>Castellated Beam “Honey Comb”</i>	101

LAMPIRAN 2 HASIL *OUTPUT* PERANGKAT LUNAK

L2.1 Hasil Analisis Struktur	105
L2.2 Kontrol kekuatan & stabilitas balok IWF 400.200.8.13	110

LAMPIRAN 3 GAMBAR ARSITEKTUR, GAMBAR STRUKTUR, BROSUR, DAN LAIN-LAIN	115
---	-----