

EDFS Matrix

Verifikasi Analisis

Analisis struktur, desain baja SNI 1729:2020 dan desain beton SNI 2847:2019 —
perbandingan dengan SAP2000®

Versi aplikasi	1.0.0
Tanggal dokumen	19 Oktober 2026
Pembanding	SAP2000® v27.1.0 Plus
Model uji	19 model (V1–V14, V14A/B, V16)
Penerbit	Edifisia

Laporan ini adalah verifikasi mandiri oleh pengembang, bukan sertifikasi atau pengesahan oleh lembaga independen maupun oleh pembuat SAP2000®. Baca Bab 10, Pernyataan dan batasan, sebelum memakai isi laporan ini.

© 2026 PT Dunia Teknik Sipil Engineering (Edifisia). Laporan ini boleh dibagikan ulang tanpa perubahan isi dengan menyebut sumbernya.

Daftar Isi

1. Ringkasan	2
2. Metode	2
3. Analisis struktur (V1–V10)	3
4. Desain baja (V6, V7B, V11)	4
4.1 Profil gilas JIS dan metode analisis langsung (V6, V7B)	4
4.2 Girder tersusun (V11)	4
5. Desain beton (V12, V13)	5
5.1 SRPMB (V12A)	5
5.2 SRPMK (V12B)	6
5.3 Kolom langsing (V13)	6
6. Pemodelan lanjutan dan pertukaran file (V14, V14A/B, V16)	7
7. Temuan dan perbaikan di EDFs	7
8. Perbedaan SAP2000 yang bukan kesalahan EDFs	7
9. Item yang belum diverifikasi	8
10. Pernyataan dan batasan	8

1. Ringkasan

Seluruh fitur analisis dan desain EDFS Matrix yang dipakai di proyek dibandingkan dengan SAP2000® pada 19 model uji kecil. Tiap model dibuat sekali oleh skrip dan dijalankan di kedua program, sehingga geometri, beban, dan setelan dijamin sama. Hasil analisis (reaksi, perpindahan, gaya dalam, envelope, modal, P-Delta, non-linear tarik/tekan) **identik** dengan SAP2000 dalam ketelitian angka (selisih 10^{-5} ... 10^{-12}). Selisih pada desain berasal dari perbedaan rumus atau penyederhanaan SAP2000. Setiap selisih ditelusuri sampai penyebabnya dan dibuktikan dengan hitung tangan independen. EDFS mengikuti SNI: pada beberapa butir EDFS lebih konservatif daripada SAP2000 (misalnya UNP, SHS, Ve SRPMK), pada butir lain lebih hemat (misalnya Cb balok WH400 dan luas tulangan kolom mode desain), dan angka EDFS pada butir tersebut sama dengan hitungan tangan.

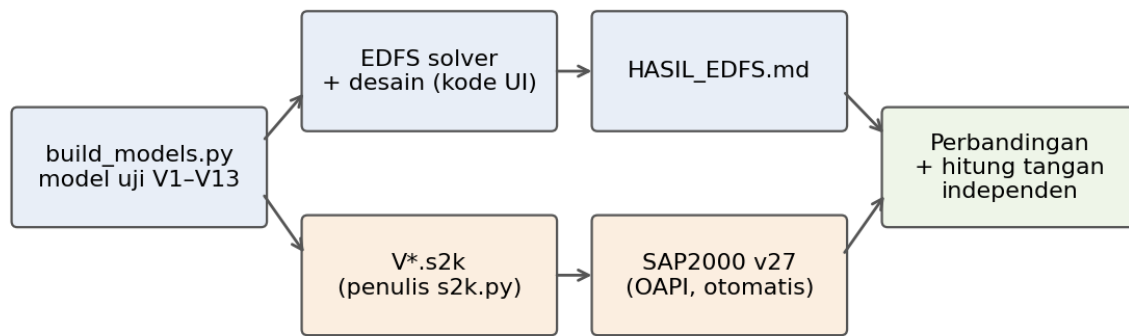
Model	Isi	Hasil
V1	Balok sendi-rol: beban titik, trapesium, segitiga, momen, torsi, aksial; kombinasi & envelope	Identik (juga dicek manual)
V2	Batang miring: beban proyeksi, gravitasi penuh, lokal 2, global X	Identik ($< 0,001$)
V3	Portal dengan balok & bresing sendi + rangka batang (end release)	Identik ($2 \cdot 10^{-10}$)
V4	Rotasi sumbu lokal 90° (kolom & balok kantilever)	Identik setelah perbaikan tanda M2
V5	Portal 3D: berat sendiri, diafragma, mass source, modal 6 mode, envelope	Identik (periode 0,0000 %)
V6	Desain baja AISC 360-16: WH, UNP, SHS, pipa, siku, Lb/Cb	Selesai — selisih dijelaskan
V7A	Beton retak (modifier) + P-Delta per kombinasi	Identik ($\leq 10^{-7}$)
V7B	Metode analisis langsung (notional, 0,8 kekakuan, P-Delta)	Identik ($\leq 3 \cdot 10^{-6}$)
V8	Bresing X tarik-saja (non-linear), dengan/tanpa P-Delta	Identik; selisih ≤ 1 % dijelaskan
V9	End offset & insertion point (cardinal, transform)	Identik setelah perbaikan kiri/kanan
V10	Release momen parsial (pegas)	Identik ($3 \cdot 10^{-9}$)
V11	Girder WH tersusun F4/F5, E7, geser G2.1(b)	Selesai — selisih dijelaskan
V12A/B	Desain beton SRPMB / SRPMK: balok, kolom, torsi, Ve, joint, 6/5	Selesai — As,min SRPMK diperbaiki
V13	Kolom beton langsing tak bergoyang (δ_{ns})	Selesai — $\leq 0,3$ %
V14	Balok anak bertumpu di tengah balok induk tanpa dibagi (node tersambung otomatis)	Identik (pembulatan tabel)
V14A/B	Area penyalur beban: pelat satu/dua arah, atap miring, dinding, bentuk sembarang	Identik ($\leq 3 \cdot 10^{-12}$); 2 bentuk dijelaskan
V16	Pegas tumpuan translasi & rotasi, dengan diafragma dan modal	Identik ($2 \cdot 10^{-11}$)
Ekspor/impor	Model V1–V13 lewat file .s2k aplikasi ke SAP2000 dan .s2k SAP2000 kembali ke aplikasi	Identik (0,0000 %)

2. Metode

Data verifikasi.

Butir	Keterangan
Tanggal verifikasi	2 Oktober 2026 (V1–V13); 5–14 Oktober 2026 (pertukaran file, area, pegas tumpuan, V14).
Versi EDFS Matrix	0.1.0 (V1–V13), 0.2–0.4 (V14, V14A/B, V16); hasil tetap berlaku untuk 1.0.0
Pembandingan	SAP2000® v27.1.0 Plus (Computers and Structures, Inc.), dijalankan otomatis lewat OAPI; desain baja AISC 360-16 LRFD, desain beton ACI 318-14
Model	19 model uji (V1–V14; V7A/B, V12A/B, V14A/B, V16), file Import EDFS (.json) dan SAP2000 (.s2k), ditambah uji ekspor/impor .s2k pada V1–V13
Status	Seluruh perbandingan angka pada model di atas selesai; fitur yang belum dibandingkan tercantum di Bab 9

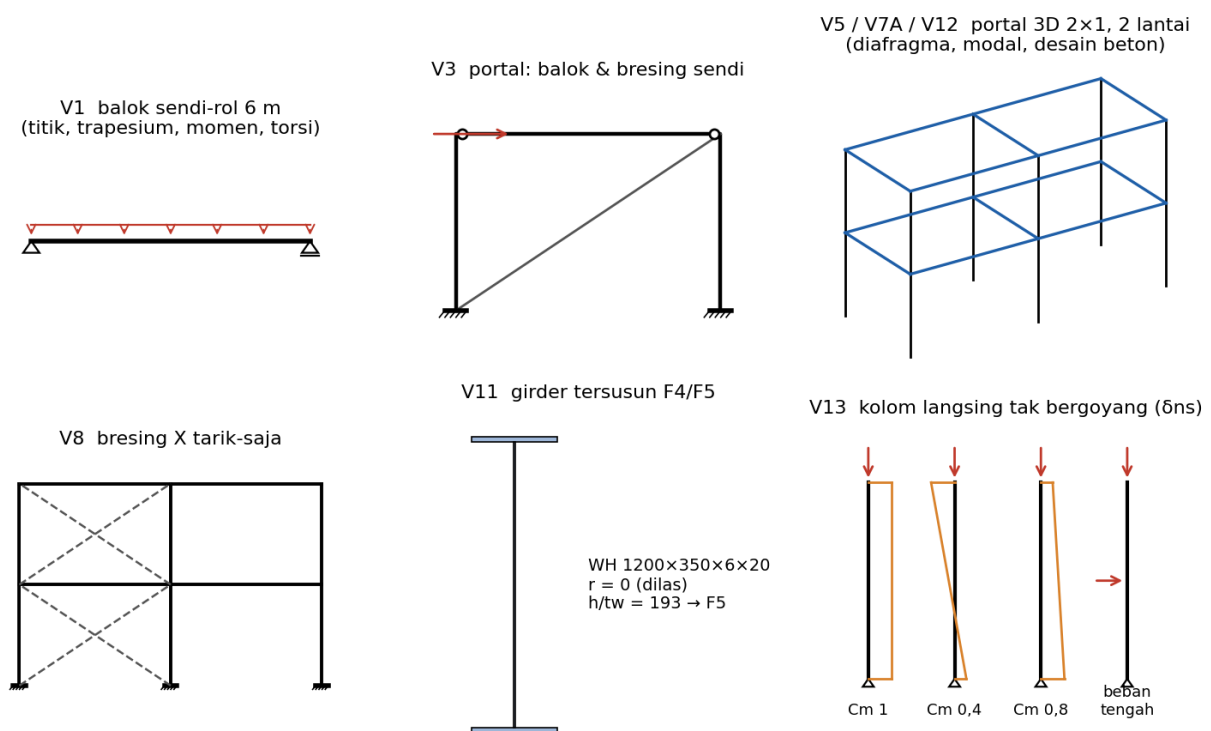
Model uji dibangun oleh satu skrip pembangkit. Model yang sama ditulis sebagai file Import EDFS (.json) dan sebagai model teks SAP2000 (.s2k). EDFS dijalankan lewat jalur server yang sama dengan tombol Run; desain baja dan beton memakai kode yang sama dengan aplikasi. SAP2000 dijalankan otomatis lewat OAPI dan seluruh hasilnya disimpan sebagai JSON untuk dibandingkan.



Gambar 1. Alur verifikasi.

Pengaturan agar setara (ditulis otomatis di setiap .s2k): satuan kN-m, deformasi geser dimatikan (EDFS Euler-Bernoulli), 7 output station, berat sendiri hanya di case yang dicentang di EDFs, $g = 9,80665$, auto-mesh 6 segmen untuk modal/P-Delta. Profil baja JIS: kekakuan analisis disamakan lewat property modifier dari properti yang dihitung SAP sendiri. Desain: ϕ sama, kombinasi default SAP dimatikan, pattern live load SAP dimatikan (PatLLF = 0).

Toleransi: statik $\leq 0,1\%$, periode modal $\leq 0,5\%$. Setiap selisih di atas pembulatan angka diusut sampai akar penyebabnya, umumnya dengan hitung tangan yang ditulis terpisah dari kode EDFs.



Gambar 2. Sketsa beberapa model uji.

3. Analisis struktur (V1–V10)

Model	Yang dibandingkan	Selisih maks	Catatan
V1	Reaksi, M3/V2 per station, lompatan di beban titik & momen, torsi, aksial, envelope	cocok	Juga dicek manual di SAP2000
V2	Reaksi, N/V2 ujung, M3 ekstrem, sumbu lokal batang miring	$< 0,001$	Beban proyeksi = Gravity Projected SAP
V3	63 station $\times$ 3 case; release torsi kedua ujung ditolak kedua program	$2 \cdot 10^{-10}$	

Model	Yang dibandingkan	Selisih maks	Catatan
V4	Perpindahan, sumbu lokal 90°, V2, V3, M3, M2	$6 \cdot 10^{-12}$	Bug tanda M2 diperbaiki (konvensi SAP: tarik di muka -3)
V5	Reaksi, gaya dalam, envelope, massa 133,688 t, periode & bentuk mode 1–6	identik	Nama tabel modal .s2k diperbaiki
V6	Analisis portal baja & batang tunggal	10^{-9}	Torsi pusat geser kanal SAP dimatikan (EDFS: beban lewat pusat geser)
V7A	Load case, kombinasi, modal, P-Delta per kombinasi	10^{-7} (relatif)	
V7B	Replika metode analisis langsung EDFs	$3 \cdot 10^{-6}$ (relatif)	Load case tetap kekakuan penuh: $4 \cdot 10^{-10}$
V8	Bresing aktif/nonaktif, reaksi, simpangan, + P-Delta	$\leq 1\%$ reaksi	Hanya berat sendiri bresing kendur; tanpa berat $\rightarrow 10^{-5}$
V9	Offset muka kolom, cardinal point dengan/tanpa transform, offset global	$4 \cdot 10^{-12}$	Bug kiri/kanan cardinal point diperbaiki
V10	Pegas release parsial, lendutan tengah	$3 \cdot 10^{-9}$	Lendutan -2,144681 mm di kedua program

4. Desain baja (V6, V7B, V11)

4.1 Profil gilas JIS dan metode analisis langsung (V6, V7B)

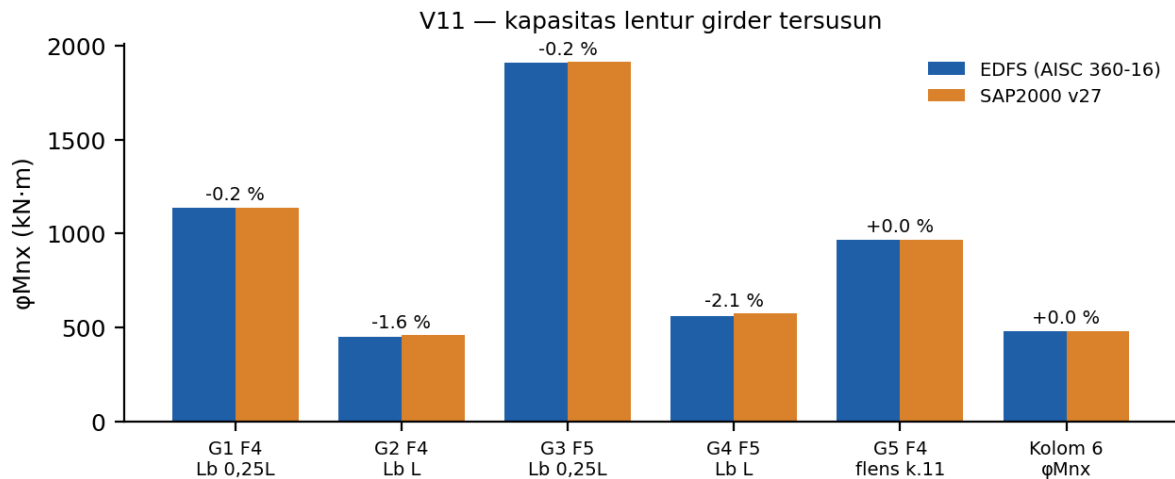
Frame	EDFS	SAP	Selisih	Penyebab
Kolom WH300	0,706 / 0,872 / 0,704	0,704 / 0,871 / 0,701	$\leq +0,4\%$	Properti tabel JIS (fillet) vs dimensi SAP
Balok WH250 Lb 0,25	0,811	0,809	+0,3 %	idem
Pipa 114	0,3444	0,3444	0,0 %	Geometri identik
Siku L75	0,419	0,420	-0,1 %	E5(a) EDFs vs E3/E4 SAP
Balok WH400	0,711 / 0,711	0,729 / 0,730	-2,4 %	Cb: EDFs F1-1 per segmen (hitung tangan), SAP memakai H1.3; dengan Cb sama ϕ Mn sama
UNP150	0,573 / 0,399	0,550 / 0,351	+4 / +14 %	SAP Channel berflens sejajar, JIS UNP berflens miring
SHS150	0,699	0,674	+3,7 %	SAP Box bersudut tajam, JIS dengan jari-jari sudut

V7B (metode analisis langsung): rasio kolom +0,2...+0,4 %, balok seperti V6.

4.2 Girder tersusun (V11)

Lima girder sendi-rol dari pelat ($r = 0$, dianggap dilas) dan satu kolom dengan web & flens langsing. Cb = 1 di kedua program agar yang dibandingkan hanya pasal F4/F5.

Besaran	EDFS	SAP	Selisih	Penyebab
ϕ Vn geser G2.1(b) (semua)	483,2 / 354,2 / 354,8 / 356,6	sama	0	—
ϕ Mnx flens tidak kompak kasus 11 (G5)	967,84	967,84	0	—
ϕ Mnx TTL inelastis (G1 / G3)	1136,93 / 1910,77	1139,16 / 1914,36	-0,2 %	SAP v27 masih rumus rt AISI 360-10
ϕ Mnx TTL elastis (G2 / G4)	449,64 / 561,75	457,14 / 574,02	-1,6 / -2,1 %	rt 360-10 + J tereduksi di SAP
ϕ Pn tekan E7 (web langsing)	714,6 ... 1402,9	714,3 ... 1402,4	-0,03 %	SAP c2 = $(1 - \sqrt{1-4c1})/2c1$ tanpa pembulatan
Rasio D/C kolom 6	0,508	0,508	0	—



Gambar 3. V11 — kapasitas lentur EDFS vs SAP2000.

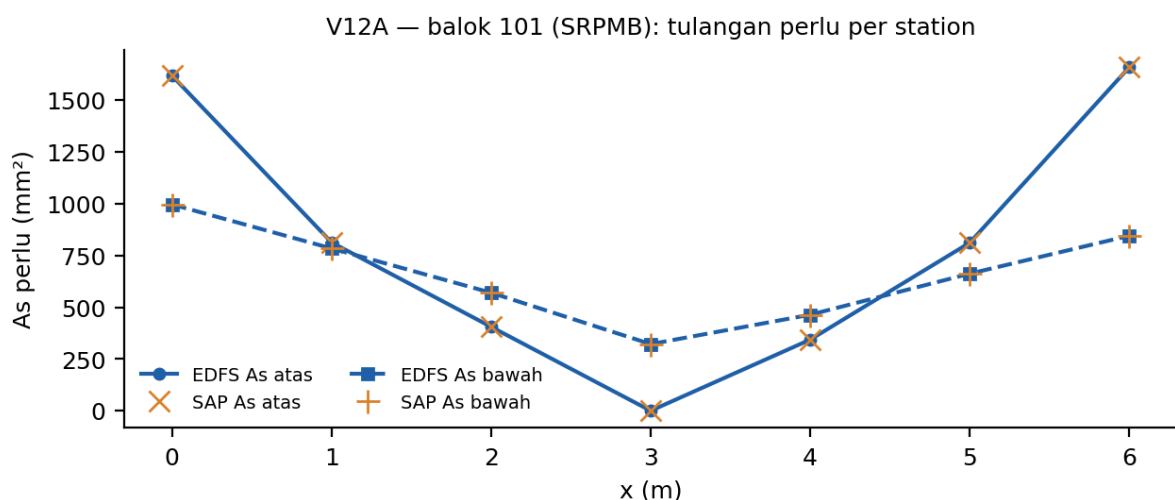
Hitung tangan independen (pelat saja) dengan rt AISC 360-16 dan J eksak menghasilkan angka EDFS persis; dengan rt 360-10 dan J tereduksi menghasilkan angka SAP persis ($\leq 0,03$ kN.m). EDFS mengikuti SNI 1729:2020 = AISC 360-16.

5. Desain beton (V12, V13)

Portal 3D V5 dengan kolom K50x50, balok B30x50, f'_c 25, f_y 420, f_{yt} 280 MPa, beban lateral $\times 4$ dan torsi pada balok tengah. V12A = SRPMB (SAP Sway Ordinary), V12B = SRPMK (Sway Special). SAP: ACI 318-14 (= SNI 2847:2019).

5.1 SRPMB (V12A)

Besaran	Selisih	Penyebab
As atas balok (semua station)	0 (identik)	—
As bawah balok	$\leq 1,5$ %	As,min: EDFS 1,4/fy (SNI, SI), SAP 200/fy psi = 1,379/fy
Av/s balok & kolom	$\leq 5,1$ %	SAP: $V_c = 2\sqrt{f'_c}$ psi = 0,166 $\sqrt{f'_c}$ (EDFS 0,17); Av,min 50 psi = 0,345 (EDFS 0,35)
At/s, Al torsi	0,8 % / 1,1 %	Aoh SAP setara selimut 44,45 mm (1,75 in) vs 45 mm
Kapasitas kolom P-M (mode cek)	+0,2 ... +1,4 % (SAP)	Permukaan interaksi diskret SAP 24x51; EDFS = hitung tangan ($\leq 0,6$ %)
As perlu kolom (mode desain)	SAP +9 ... +14 %	Algoritma pencarian luas SAP — tidak konsisten dengan mode cek SAP sendiri



Gambar 4. V12A — tulangan perlu balok 101: EDFS dan SAP2000 berimpit.

Kolom diuji juga dengan kolom tunggal terisolasi: luas perlu $P = 65 \text{ kN}$, $M = 282 \text{ kN}\cdot\text{m}$ menurut hitung tangan 3530 mm^2 , EDFs 3537 mm^2 , SAP mode desain 3939 mm^2 . Dengan 12 D19 terpasang (mode cek) rasio SAP hanya 1,2 % di atas EDFs.

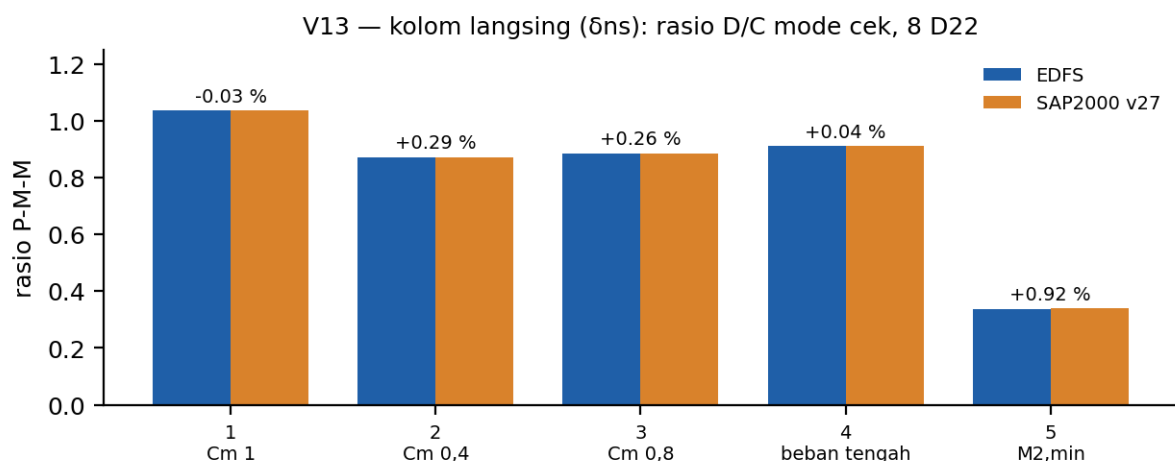
5.2 SRPMK (V12B)

Besaran	EDFS	SAP2000	Keterangan
Mpr balok (1,25fy)	sama	sama	Dari luas tulangan yang sama
Ve balok	Vp terburuk + geser gravitasi bentang sederhana; kombinasi gempa	Vp + geser gravitasi hasil analisis; arah per kombinasi	SAP direproduksi persis (1,6203 / 1,6786); EDFs $\geq$ SAP
Vc = 0	dalam 2h (§ 18.6.5.2)	sepanjang balok	SAP lebih konservatif di lapangan
Ve kolom	tiap ujung: min(Mpr kolom, batas balok)/lu	2·min(Mpr(Pu), batas balok joint atas)/L	SAP direproduksi di 12 kolom $\times$ 2 arah; EDFs lebih besar di dasar kolom
As,min § 18.6.3.1	min(As,min, 4/3·As) (baru)	min(As,min, 4/3·As)	Bug EDFs diperbaiki
Aturan ½ / ¼ § 18.6.3.2	luas, dari As setelah minimum	kuat lentur, dari As mentah	EDFs $\geq$ SAP (keputusan: tetap luas)
Geser joint lantai	—	$\times 1,0036$	Vcol SAP sedikit lebih kecil; $\gamma = 1,0$ keduanya
Geser joint atap	T – Vcol	T	SAP tidak mengurangi geser kolom di bawah ($\approx 1,3\times$)
6/5 kolom tengah	As perlu kolom atas (maks)	luas di station joint	–4 %; atap dikecualikan di EDFs (ACI 318-19)

5.3 Kolom langsing (V13)

Kolom K40x40 5 m sendi-sendi, $k = 1$, $k\cdot lu/r = 41,7$, $\beta_{dns} = 0,6$, mode cek 8 D22. Empat pola momen (kelengkungan tunggal, ganda, $M1/M2 = -0,5$, beban di tengah) dan satu kasus $M2,min$.

Kolom	Pola	D/C EDFs	D/C SAP	Selisih
1	Kelengkungan tunggal, Cm 1	1,0370	1,0367	–0,03 %
2	Ganda $M1/M2 = 0,5$, Cm 0,4 ($\delta = 1$)	0,8698	0,8723	+0,29 %
3	$M1/M2 = -0,5$, Cm 0,8	0,8838	0,8861	+0,26 %
4	Beban di tengah, Cm 1	0,9117	0,9121	+0,05 %
5	Momen kecil, $M2,min$ menentukan	0,3372	0,3403	+0,93 %



Gambar 5. V13 — rasio P-M-M kolom langsing.

Kolom kembar tidak langsing ($k = 0,3$) memberi SAP +8...10 % karena SAP memasang $M2,min$ pada semua kolom (MinEccen); dengan MinEccen dimatikan selisihnya +0,25 % ($\delta_{ns} \approx 1,02$ yang tetap dipakai SAP walau di bawah batas kelangsingan).

6. Pemodelan lanjutan dan pertukaran file (V14, V14A/B, V16)

Model pada bab ini diekspor ke SAP2000® dengan **eksporter .s2k aplikasi** (menu File → Exchange), bukan dengan skrip pembangkit, sehingga yang diuji sekaligus kebenaran solver dan kebenaran file pertukaran.

Model	Yang dibandingkan	Selisih maks	Catatan
V14	Lantai 12 × 8 m: balok induk menerus melewati kolom tengah, balok anak bertumpu di tengah balok induk tanpa dibagi; 126 perpindahan, 42 reaksi, 3270 gaya dalam	$\leq 6 \cdot 10^{-6}$ (pembulatan tabel SAP)	Node yang hanya terletak di dalam frame ditulis sebagai special joint
V14A	Pelat satu/dua arah, diafragma lewat constraint area, atap miring, dinding beban normal, tepi tanpa balok	$3 \cdot 10^{-13}$	Periode modal $4,8 \cdot 10^{-4}$: lumping massa beban linier berbeda (lihat bawah)
V14B	Trapeسيوم, jajaran genjang, segi-4 sembarang, segitiga satu arah	$3,5 \cdot 10^{-12}$	Segitiga dua arah dan segi-5 dibagi lain oleh SAP (peringatan saat ekspor)
V16	Pegas tumpuan enam DOF, sebagian, dan pada DOF ber-restraint; diafragma; 6 ragam	$2 \cdot 10^{-11}$ (statik), $8 \cdot 10^{-9}$ (periode)	Restraint menang atas pegas di kedua program
Ekspor V1–V13	Reaksi, perpindahan, gaya dalam, periode modal	0,0000 %	Model baja: 0,5–3,9 % karena properti profil versi SAP; dengan properti SAP disubstitusikan 0,0000 %
Impor .s2k	File yang ditulis SAP2000 sendiri dari 15 model → diimpor dan dianalisis EDFs	0,00000 %	Statik dan modal

Lumping massa beban linier (V14A). Massa dari beban garis yang disalurkan area ke balok dilump EDFs dengan reaksi balok sederhana (1/6, 1/3), SAP2000® dengan geser ujung balok jepit (3/20, 7/20). Massa total sama (169,5654 t); dicek di satu joint: aturan SAP → 0,52135 t = SAP, aturan EDFs → 0,5335 t = EDFs. Beban merata tidak terpengaruh. EDFs sengaja mempertahankan aturan reaksi balok sederhana.

7. Temuan dan perbaikan di EDFs

#	Temuan	Model	Tindakan
1	Tanda M2 berlawanan dengan konvensi SAP (tarik di muka –3)	V4	Diperbaiki backend & frontend, diagram M2 di sisi tarik
2	Kiri/kanan cardinal point tercermin	V9	Diperbaiki backend, frontend, dialog Offset
3	As,min SRPMK di kedua muka balok belum diterapkan (§ 18.6.3.1)	V12B	Diterapkan: min(As,min, 4/3·As)
4	Ve SRPMK juga dihitung pada kombinasi tanpa gempa	V12B	Dibatasi ke kombinasi gempa
5	Toleransi pencarian p kolom 10^{-4} (+25 mm ²)	V12A	Diperketat ke 10^{-6}
6	File .s2k: node yang hanya terletak di dalam frame dibuang SAP2000 saat impor	V14	Ditulis sebagai special joint
7	Pembacaan .s2k: ejaan arah proyeksi, flag mass source, profil ber-toe-radius	Ekspor/impor	Diperbaiki di pembaca file

8. Perbedaan SAP2000 yang bukan kesalahan EDFs

- Rumus ACI satuan US yang dikonversi ($V_c 0,166\sqrt{f'_c}$, A_v ,min 0,345, A_s ,min 1,379/fy); EDFs memakai versi SI SNI 2847.
- SAP v27 masih memakai rt AISC 360-10 pada F4/F5 dan J tereduksi; c2 Tabel E7.1 tanpa pembulatan.
- C_b SAP dan persamaan alternatif H1.3 pada balok baja.
- Bentuk penampang SAP: kanal berflens sejajar, kotak bersudut tajam; I/Wide Flange buatan pengguna dianggap tersusun ($\phi_v = 0,9$).
- Pattern live load (PatLLF) dan minimum eksentrisitas untuk semua kolom — fitur SAP, tidak dimodelkan EDFs (keputusan pengembang; lihat Batasan Teknis di aplikasi).
- Algoritma luas perlu kolom mode desain SAP lebih boros 9–14 % dari mode cek SAP sendiri.
- Penyederhanaan SRPMK SAP: V_e kolom dari batas balok joint atas saja, joint atap tanpa V_{col} , $V_c = 0$ sepanjang balok.

- Pembagian beban area segitiga dua arah dan segi-5, serta lumping massa beban linier (V14A/B).

9. Item yang belum diverifikasi

Fitur berikut sudah ada di EDFS Matrix 1.0.0 dan sudah lolos uji hitung tangan serta pemeriksaan independen oleh pengembang, tetapi **belum dibandingkan dengan program lain**.

#	Fitur
1	Beban gempa SNI 1726:2019: statik ekuivalen dan respons spektrum ragam (CQC)
2	Desain baja lanjutan: pengaku transversal dan medan tarik (G2.2), web HSS langsing (F7.3), geser pipa (G5), torsi profil terbuka (H3.3), siku E5(b) dan kaki pendek, Lb dari titik kekang model, ASD
3	Profil CT, kanal ringan, Z ber-lip, siku/Z pada sumbu utama; RHS pada desain
4	Desain beton: jumlah/diameter batang, spasi sengkang, diagram P-M tulangan terpasang
5	Pusat kekakuan diafragma
6	Pegas tumpuan bersama P-Delta dan batang tarik-saja
7	Material Take Off
8	STAAD.Pro™ (MEMBER TENSION, MPZ, file .std) dan ETABS® (Direct Analysis bawaan, P-Delta gedung)

Tampilan dan antarmuka EDFS (sumbu lokal, extrude, dialog Releases, laporan Detail) diperiksa terpisah dan bukan bagian perbandingan angka.

10. Pernyataan dan batasan

Sifat verifikasi. Laporan ini adalah verifikasi mandiri oleh pengembang (self-verification). Model uji, pengaturan, dan penilaian hasil dibuat oleh Edifisia. Laporan ini bukan sertifikasi, akreditasi, atau pengesahan oleh lembaga independen, dan bukan pengesahan oleh Computers and Structures, Inc.

Cakupan. Hasil berlaku untuk versi EDFS Matrix, versi SAP2000 (v27.1.0), model uji, dan pengaturan yang tercantum dalam laporan ini. Sembilan belas model uji tidak mewakili semua kemungkinan model. Lulus verifikasi tidak menjamin bahwa program bebas dari kesalahan untuk setiap kasus.

Tanggung jawab profesional. EDFS Matrix adalah alat bantu perhitungan. Kebenaran input, kesesuaian model dengan struktur, pemeriksaan hasil, dan keputusan desain tetap menjadi tanggung jawab tenaga ahli yang memakai dan mengesahkan hasilnya. Asumsi dan batasan program dijelaskan di aplikasi pada menu Help → Legal → Batasan Teknis.

Merek dagang. SAP2000® dan ETABS® adalah merek dagang terdaftar milik Computers and Structures, Inc. STAAD.Pro™ adalah merek dagang milik Bentley Systems, Incorporated. Nama-nama tersebut disebut hanya untuk menjelaskan pembandingan. Edifisia tidak berafiliasi dengan, dan tidak didukung atau disponsori oleh, pemilik merek tersebut.

Hak cipta. © 2026 PT Dunia Teknik Sipil Engineering (Edifisia). Laporan ini boleh dibagikan ulang tanpa perubahan isi dengan menyebut sumbernya.