

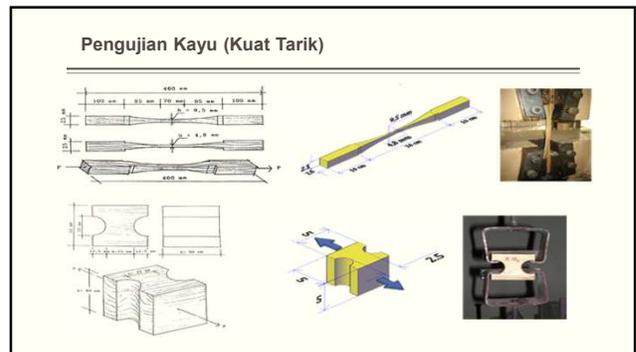
PERENCANAAN STRUKTUR SNI 7973:2013

$N_u \leq N'$

- N_u : Beban terfaktor
- N' : Tahanan/kapasitas terkoreksi

No.	Kombinasi Pembebanan	DTI dan DFBK										Harga DFBK		
		Faktor Daurul-Bahan	Faktor Layan-Bahan	Faktor Pemrosesan	Faktor Bahasan-Bahan	Faktor Ukuran	Faktor Pengulangan	Faktor Ketahanan	Faktor Koreksi	Faktor Perbaikan	Faktor Beban	Faktor Beban	Faktor Koreksi	Faktor Beban
1	1.4 (D+F)	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	2.54	0.85	X
2	1.2(D+F) + 1.6(H) + 0.5(Lr atau R)	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	2.70	0.90	X
3	1.2(D+F) + 1.6(L+H) + 0.5(Lr atau R)	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	2.88	0.75	X
4	1.2D + 1.6(Lr atau R) atau (L atau 0.8W)	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	1.67	0.90	X
5	1.2D + 1.6W + L + 0.5(Lr atau R)	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	2.40	0.90	X
6	1.2D + 1.0E + L	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	2.40	0.90	X
7	0.9D + 1.6W + 1.6H	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	1.76	0.85	X
8	0.9D + 1.0E + 1.6H	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	1.76	0.85	X

- ### SIFAT MEKANIS KAYU
- Kemampuan kayu dalam menahan gaya-gaya atau beban luar yang mengenainya.
 - Kuat Tarik (F_t)
 - Kuat Tekan (F_c)
 - Kuat Lentur (F_b)
 - Kuat Geser (F_v)
 - Modulus Elastisitas (E)



Pengujian Kayu (Kuat Tekan)

Pengujian Kayu (Kuat Lentur)

Pengujian Kayu (Kuat Geser)

NILAI DESAIN ACUAN

Kode Mutu	Nilai Desain Acuan (MPa)					Modulus Elastisitas Acuan (MPa)	
	F _t	F _c	F _v	F _t	F _c	E	E _{tan}
E25	28.0	22.9	18.0	3.06	6.11	25000	12500
E24	24.4	21.5	17.4	2.87	5.74	24000	12000
E23	23.2	20.5	16.8	2.73	5.48	23000	11500
E22	22.0	19.4	16.2	2.59	5.19	22000	11000
E21	21.3	18.8	15.6	2.50	5.00	21000	10500
E20	19.7	17.4	15.0	2.31	4.63	20000	10000
E19	18.5	16.3	14.5	2.18	4.35	19000	9500
E18	17.3	15.3	13.8	2.04	4.07	18000	9000
E17	16.5	14.6	13.2	1.94	3.89	17000	8500
E16	15.0	13.2	12.8	1.78	3.52	16000	8000
E15	13.8	12.2	12.0	1.62	3.24	15000	7500
E14	12.8	11.1	11.1	1.48	2.96	14000	7000
E13	11.8	10.4	10.4	1.39	2.78	13000	6500
E12	10.6	9.4	9.4	1.25	2.50	12000	6000
E11	9.1	8.0	8.0	1.06	2.13	11000	5500
E10	7.9	6.9	6.9	0.93	1.85	10000	5000
E9	7.1	6.3	6.3	0.83	1.67	9000	4500
E8	5.5	4.9	4.9	0.65	1.30	8000	4000
E7	4.3	3.8	3.8	0.51	1.02	7000	3500
E6	3.1	2.8	2.8	0.37	0.74	6000	3000
E5	2.0	1.7	1.7	0.23	0.46	5000	2500

- Nilai Desain acuan didasarkan pada kode mutu kayu.
- Nilai Desain acuan meliputi :
 - Kuat Lentur (Fb)
 - Kuat Tarik (Ft)
 - Kuat Tekan (Fc)
 - Kuat Geser (Fv)
- Nilai desain acuan harus dikalikan faktor-faktor koreksi untuk menentukan NILAI DESAIN ACUAN TERKOREKSI.

MODULUS ELASTISITAS ACUAN

- Kerapatan ρ pada kondisi basah (berat dan volum diukur pada kondisi basah, tetapi kadar airnya sedikit lebih kecil dari 30%) dihitung dengan mengikuti prosedur baku. Gunakan satuan kg/m³ untuk ρ .
- Kadar air, $m\%$ ($m < 30$), diukur dengan prosedur baku.
- Hitung berat jenis pada $m\%$ (G_m) dengan rumus:
 $G_m = \rho [1.000(1+m/100)]$
- Hitung berat jenis dasar (G_0) dengan rumus:
 $G_0 = G_m [1+0.265\alpha/G_m]$ dengan $\alpha = (30-m)/30$
- Hitung berat jenis pada kadar air 15% (G_{15}) dengan rumus:
 $G_{15} = G_0(1+0.133G_0)$
- Hitung estimasi kuat acuan dengan rumus-rumus pada Tabel 3.2, dengan $G = G_{15}$.

Tabel 3.2 Estimasi kuat acuan berdasarkan atas berat jenis pada kadar air 15% untuk kayu berserat lurus tanpa cacat kayu

Kuat Acuan	Rumus estimasi
Modulus Elastisitas Lentur, E_w (MPa)	$16.000G^{0.71}$

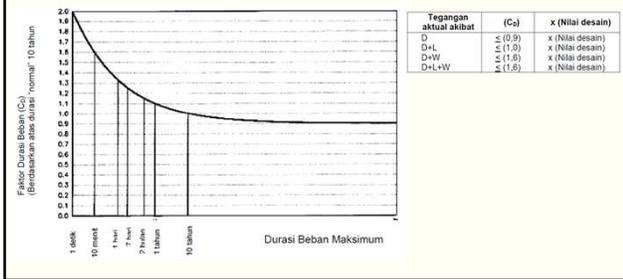
Catatan: G adalah berat jenis kayu pada kadar air 15%.

NILAI DESAIN ACUAN TERKOREKSI

	Hanya DTI	DTI dan DFBK										Hanya DFBK				
		Faktor Durasi Bahan	Faktor Laju Basah	Faktor Temperatur	Faktor Stabilitas Baku	Faktor Ukuran	Faktor Pengolahan	Faktor Tindakan	Faktor Komponen Struktur	Faktor Stabilitas Krom	Faktor Kekakuan Tekuk	Faktor Laju Tumpu	Faktor Koreksi Formil	Faktor Kelembaban	Faktor Efek Waktu	
$F_t = F_{t0} \times$	C_{dt}	C_{lb}	C_t	C_{st}	C_u	C_p	C_{tr}	C_{sc}	C_k	C_{cr}	-	-	2.04	0.85	λ	
$F_c = F_{c0} \times$	C_{dt}	C_{lb}	C_t	C_{st}	C_u	C_p	C_{tr}	C_{sc}	C_k	C_{cr}	-	-	2.70	0.80	λ	
$F_v = F_{v0} \times$	C_{dt}	C_{lb}	C_t	C_{st}	C_u	C_p	C_{tr}	C_{sc}	C_k	C_{cr}	-	-	2.88	0.75	λ	
$F_{t0} = F_{t0} \times$	C_{dt}	C_{lb}	C_t	C_{st}	C_u	C_p	C_{tr}	C_{sc}	C_k	C_{cr}	C_{sc}	-	1.87	0.90	λ	
$F_{c0} = F_{c0} \times$	C_{dt}	C_{lb}	C_t	C_{st}	C_u	C_p	C_{tr}	C_{sc}	C_k	C_{cr}	C_{sc}	-	2.40	0.90	λ	
$E = E \times$	C_{dt}	C_{lb}	C_t	C_{st}	C_u	C_p	C_{tr}	C_{sc}	C_k	C_{cr}	C_{sc}	C_{sc}	-	-	-	
$E_{tan} = E_{tan} \times$	C_{dt}	C_{lb}	C_t	C_{st}	C_u	C_p	C_{tr}	C_{sc}	C_k	C_{cr}	C_{sc}	C_{sc}	C_{sc}	-	1.76	0.85

- Nilai Desain acuan terkoreksi adalah nilai desain acuan yang dikalikan faktor-faktor koreksi yang ditentukan.
- Nilai desain acuan terkoreksi dinotasikan dengan (*)

1. FAKTOR DURASI BEBAN (C_D)



2. FAKTOR LAYAN BASAH (C_M)

- Nilai desain acuan kayu yang ditetapkan di sini berlaku pada kayu yang akan digunakan pada kondisi layan seperti pada struktur tertutup, di mana **kadar air tidak melebihi 19%**, bagaimanapun **kadar air** pada saat dilaksanakan.
- Untuk kayu yang digunakan pada kondisi di mana **kadar air kayu melebihi 19%**, untuk periode waktu lama, nilai desain acuan **harus dikalikan dengan faktor layan basah, C_M**.

Tabel 4.2.2 Faktor Layan Basah, C_M

F _b	F _t	F _v	F _{cL}	F _c	E dan E _{min}
0,85*	1,0	0,97	0,67	0,8**	0,9

*apabila F_b ≤ 8 MPa, C_M = 1,0
**apabila F_c ≤ 5,2 MPa, C_M = 1,0

3. FAKTOR TEMPERATUR (C_t)

Apabila kayu didinginkan di bawah temperatur normal, kekuatannya akan bertambah. Apabila dipanaskan, kekuatan berkurang. Efek temperatur ini berlangsung sesaat dan besarnya bergantung pada kadar air kayu. Hingga 65°C, efek sesaat dapat pulih. Komponen struktur tersebut pada dasarnya akan kembali ke kekuatan ketika temperatur dikembalikan ke normal. Pemanasan dalam waktu lama pada temperatur di atas 65°C dapat menyebabkan kehilangan kekuatan secara permanen.

Nilai Desain Acuan	Kondisi Kadar Air Layan	C _t		
		T ≤ 38°C	38°C ≤ T ≤ 52°C	52°C ≤ T ≤ 65°C
F _b , E, E _{min}	Basah atau Kering	1,0	0,9	0,9
F _b , F _v , F _c , dan F _{cL}	Kering	1,0	0,8	0,7
	Basah	1,0	0,7	0,5

4. FAKTOR STABILITAS BALOK (C_L)

- Apabila tinggi komponen struktur lentur tidak melebihi lebarnya, d < b, tumpuan lateral tidak diperlukan dan C_L = 1,0.
- Apabila komponen struktur lentur kayu gergajian persegi panjang ditumpu lateral dengan mengikuti ketentuan sebagai berikut, maka C_L = 1,0.
 - d/b < 2; tumpuan lateral tidak diperlukan.
 - 2 < d/b < 4; kedua ujung harus ditahan pada posisinya, dengan menggunakan kayu solid tinggi penuh, atau dengan memaku atau membuat ke komponen struktur lain, atau dengan cara-cara lain yang dapat diterima.
 - 4 < d/b < 5; tepi tekan dari komponen struktur lentur harus ditahan di seluruh panjangnya untuk mencegah terjadinya peralihan lateral, misalnya dengan penutup lantai, dan di ujung-ujung di titik-titik tumpu harus ditahan posisinya untuk mencegah rotasi dan/atau peralihan lateral.
 - 5 < d/b < 6; penahan berupa blok solid tinggi penuh atau batang pengaku diagonal harus dipasang pada interval tidak lebih dari 2438 mm, tepi tekan komponen struktur tersebut harus ditahan dengan penutup lantai, dan di ujung-ujung di titik-titik tumpu harus ditahan posisinya untuk mencegah rotasi dan/atau peralihan lateral.
 - 6 < d/b < 7; kedua tepi komponen struktur harus ditahan di seluruh panjangnya dan di ujung-ujung di titik-titik tumpu harus ditahan posisinya untuk mencegah rotasi dan/atau peralihan lateral.
- Apabila komponen struktur lentur tidak memenuhi persyaratan di atas, maka nilai dari faktor stabilitas balok C_L harus diperhitungkan menggunakan persamaan yang akan dibahas lebih detail pada **Perencanaan Batang Lentur**.

5. FAKTOR UKURAN (C_F)

4.3.6.1 Nilai desain lentur, tarik, dan tekan sejajar serat acuan untuk kayu dimensi yang tebalnya 50,8 mm sampai 101,6 mm yang dipilah secara visual harus dikalikan dengan faktor koreksi yang ditetapkan yaitu 1,0

4.3.6.2 Apabila tinggi komponen struktur lentur kayu gergajian yang tebalnya 127 mm atau lebih besar melebihi 305 mm dan dipilah secara visual, maka nilai desain lentur acuan, F_b, di dalam Tabel 4.2.1 harus dikalikan dengan faktor ukuran berikut:

$$C_F = (305 / d)^{1/3} \leq 1,0 \quad (4.3-1)$$

4.3.6.3 Untuk balok dengan penampang lingkaran dan diameter lebih besar daripada 343 mm, atau untuk balok persegi 305 mm atau lebih besar yang dibebani di bidang diagonal, faktor ukuran harus ditentukan sesuai 4.3.6.2 berdasarkan balok persegi yang dibebani ekuivalen secara konvensional yang mempunyai luas penampang sama.

6. FAKTOR PENGGUNAAN REBAH (C_{FU})

Tabel 4.3.7. Faktor Penggunaan Rebah

Lebar (tinggi) (mm)	Tebal (mm)	
	50 dan 75	100
50 dan 75	1,0	-
100	1,1	1,0
125	1,1	1,05
150	1,15	1,05
200	1,15	1,05
250 dan lebih besar	1,2	1,1

- Apabila balok diletakkan secara tidur (dimensi lebar lebih besar dari pada dimensi tebal/tinggi) sehingga menderita tegangan lentur pada sumbu lemahnya, maka tahanan lentur acuan dapat dikalikan dengan faktor koreksi penggunaan rebah (C_{FU}).

7. FAKTOR TUSUKAN (C_i)

Nilai desain acuan harus dikalikan dengan faktor tusukan, C_i berikut, apabila kayu dimensi dipotong sejajar serat pada tinggi maksimum 10,16 mm, panjang maksimum 9,53 mm, dan densitas tusukan sampai 11840/m². Faktor tusukan harus ditentukan dengan pengujian atau dengan perhitungan menggunakan penampang tereduksi untuk pola tusukan yang melebihi batas-batas tersebut.

Tabel 4.3.8 Faktor Tusukan, C_i

Nilai desain	C_i
E, E_{min}	0,95
F_{br}, F_t, F_{ci}, F_v	0,80
F_{cL}	1,00

8. FAKTOR KOMPONEN STRUKTUR BERULANG (C_r)

Nilai desain lentur acuan, F_b , di dalam Tabel 4A, 4B, 4C, dan 4F untuk kayu dimensi yang tebalnya 50,8 mm sampai 101,6 mm harus dikalikan dengan faktor komponen struktur berulang, $C_r = 1,15$ apabila komponen struktur tersebut digunakan sebagai joist, batang pada rangka batang, gording, dek, balok lantai, atau komponen struktur serupa yang satu sama lain berkontak atau berjarak tidak lebih dari 610 mm as ke as, banyaknya tidak kurang dari tiga, dan dihubungkan satu sama lain dengan lantai, atap, atau elemen-elemen pendistribusi beban lain yang memadai untuk memikul beban desain. (Elemen pendistribusi beban adalah sistem yang didesain atau berdasarkan pengalaman terbukti mampu menyalurkan beban desain ke komponen struktur di dekatnya, berjarak satu sama lain seperti telah disebutkan di atas, tanpa terjadinya kelemahan struktural atau defleksi berlebihan. Elemen penutup lantai dengan penggunaan sambungan lidah-dan-alur, dan penggunaan paku pada umumnya memenuhi kriteria ini.) Nilai desain lentur di dalam Tabel 4E untuk Dek yang dipilah secara visual telah dikalikan dengan faktor $C_r = 1,15$.

9. FAKTOR STABILITAS KOLOM (C_p)

- Apabila komponen struktur tekan ditumpu di seluruh panjangnya untuk mencegah peralihan lateral di semua arah, maka $C_p = 1,0$.
- Panjang kolom efektif, l_e , untuk kolom solid harus ditentukan sesuai prinsip-prinsip mekanika teknik. Salah satu metode untuk menentukan panjang kolom efektif, apabila kondisi penjepitan ujung diketahui, adalah dengan mengalikan panjang kolom aktual dengan faktor panjang efektif, $l_e = (K_e)l$.
- Untuk kolom solid dengan penampang persegi panjang, rasio kelangsingan, l_e/d harus diambil dari yang terbesar di antara $l_e/1d1$ dan $l_e/2d2$ dengan setiap rasio telah dikoreksi menggunakan koefisien panjang tekuk, K_e .
- Rasio kelangsingan untuk kolom solid, l_e/d tidak boleh melebihi 50, kecuali selama pelaksanaan l_e/d tidak boleh melebihi 75.
- Faktor stabilitas kolom diperhitungkan menggunakan persamaan yang akan dibahas lebih detail pada **perencanaan Batang Tekan**.

12. FAKTOR KONVERSI FORMAT (K_F)

Nilai desain acuan harus dikalikan dengan faktor konversi format, K_F , sebagaimana ditetapkan di dalam Tabel N1. Faktor konversi format di dalam Tabel N1 mengoreksi nilai desain acuan ASD (berdasarkan durasi normal) ke ketahanan DFBK (lihat Referensi 55). Faktor konversi format tidak berlaku apabila ketahanan acuan DFBK ditentukan sesuai dengan metode faktor normalisasi reliabilitas di dalam ASTM D 5457.

Tabel N1 Faktor Konversi Format, K_F (Hanya DFBK)

Aplikasi	Properti	K_F
Komponen struktur	F_b	2,54
	F_t	2,70
	F_v, F_{ci}, F_s	2,88
	F_c	2,40
	F_{cL}	1,67
	E_{min}	1,76
Semua Sambungan	(semua nilai desain)	3,32

13. FAKTOR KETAHANAN (ϕ)

Tabel N2 Faktor Ketahanan, ϕ (Hanya DFBK)

Aplikasi	Properti	Simbol	Nilai
Komponen struktur	F_b	ϕ_b	0,85
	F_t	ϕ_t	0,80
	F_v, F_{ci}, F_s	ϕ_v	0,75
	F_c, F_{cL}	ϕ_c	0,90
	E_{min}	ϕ_s	0,85
Sambungan	(semua)	ϕ_c	0,65

14. FAKTOR EFEK WAKTU (λ)

Tabel N3 Faktor Efek Waktu, λ (Hanya DFBK)

Kombinasi Beban ²	λ
1,4(D+F)	0,6
1,2(D+F) + 1,6(H) + 0,5(L, atau R)	0,6
1,2(D+F) + 1,6(L+H) + 0,5(L, atau R)	0,7 apabila L adalah gudang 0,8 apabila L adalah hunian 1,25 apabila L adalah dampak
1,2D + 1,6(L, atau R) atau (L atau 0,8W)	0,8
1,2D + 1,6W + L + 0,5(L, atau R)	1,0
1,2D + 1,0E + L	1,0
0,9D + 1,6W + 1,6H	1,0
0,9D + 1,0E + 1,6H	1,0

LATIHAN SOAL

1. Jelaskan konsep dasar perencanaan pada struktur kayu menggunakan metode *Load and Resistance Factor Design* (LRFD).
2. Hitunglah beban terfaktor dari beban mati sebesar 120 kN dan beban hidup sebesar 150 kN.
3. Berapa tahanan rencana yang mampu ditahan oleh suatu struktur apabila struktur tersebut memikul beban mati 200 kN dan beban hidup sebesar 40 kN.

SELAMAT BELAJAR

PERENCANAAN KAYU