

MODUL – 2

METODE PERHITUNGAN BETON BERDASARKAN SNI-03-2847-2002

Oleh

Ir. Darmansyah Tjitradi, ST., MT.

CAPAIAN PEMBELAJARAN MATAKULIAH:

- **Mahasiswa mampu memahami konsep dasar Metode Perhitungan Beton SNI**
- **Mahasiswa mampu memahami konsep Faktor Keamanan dalam Metode SNI**
- **Mahasiswa mampu Memahami kondisi penulangan dalam keadaan Balance, Over reinforced, dan Under reinforced**

KONSEP PERHITUNGAN BETON DENGAN SNI-03-2847-2002

- **Analisis keseimbangan dlm perancangan**
 - Keseimbangan Statis
 - Kompatibilitas dari Regangan
- **Asumsi perhitungan Momen Lentur Nominal (M_n):**
 - Regangan baja (ε_s) dan regangan beton (ε_c) dianggap berbanding lurus dengan jarak terhadap garis netral (c)
 - Regangan beton pada serat tekan
(ε_{cu}) = 0,003 → 0,0003 s/d 0,004

KONSEP PERHITUNGAN BETON DENGAN SNI-03-2847-2002

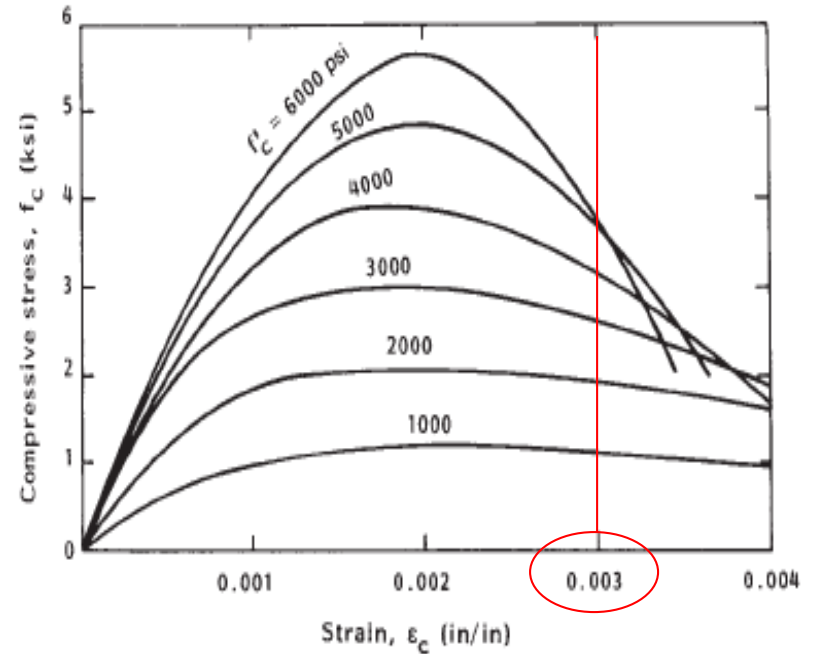
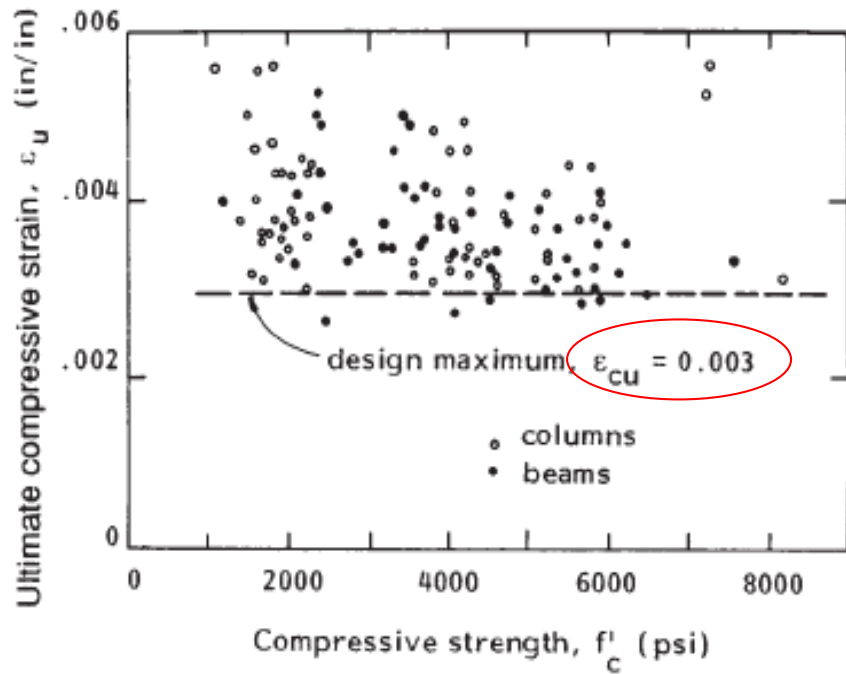


Figure 6-5 Typical Stress-Strain Curves for Concrete

KONSEP PERHITUNGAN BETON DENGAN SNI-03-2847-2002

■ Penambahan akibat strain hardening baja diabaikan

- $\epsilon_s < \epsilon_y \rightarrow f_s = E_s \cdot \epsilon_s$
- $\epsilon_s \geq \epsilon_y \rightarrow f_s = f_y$
- $\epsilon_s < \epsilon_y \rightarrow T = A_s \cdot f_s = A_s \cdot E_s \cdot \epsilon_s$
- $\epsilon_s \geq \epsilon_y \rightarrow T = A_s \cdot F_y$

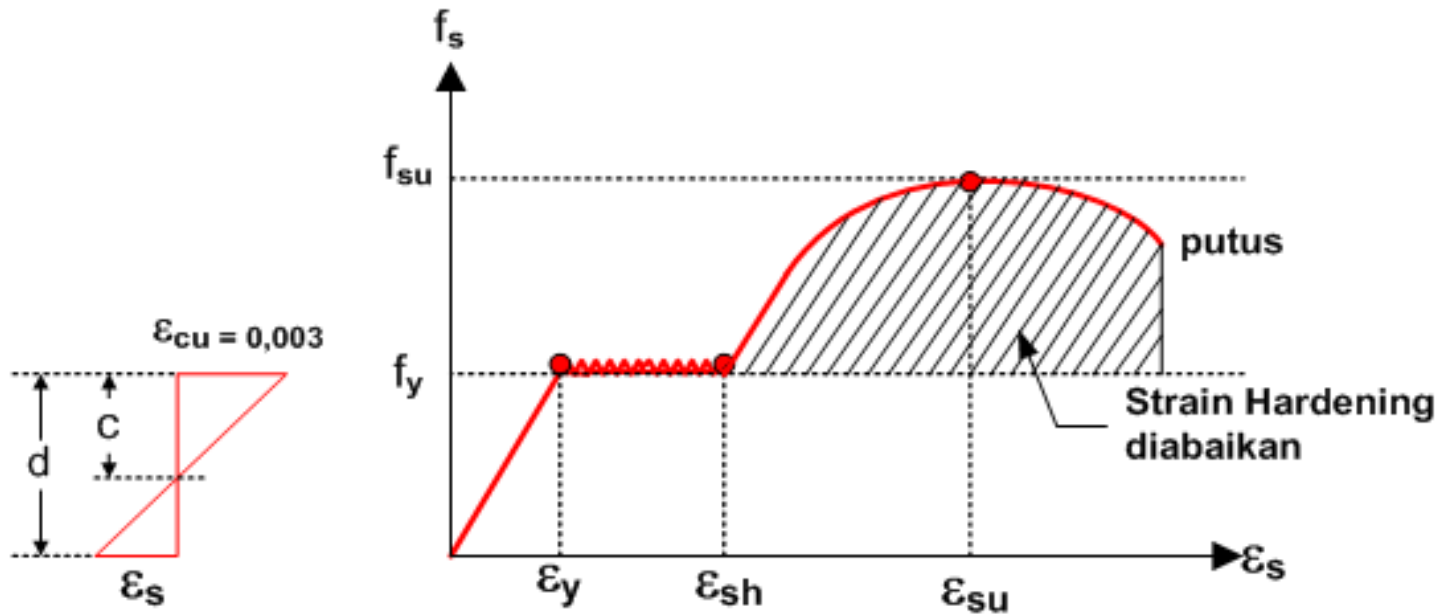
■ Modulus Elastisitas Baja:

$$E_s = 2,0 \cdot 10^5 \text{ MPa}$$

■ Kekuatan tarik beton diabaikan

KONSEP PERHITUNGAN BETON DENGAN SNI-03-2847-2002

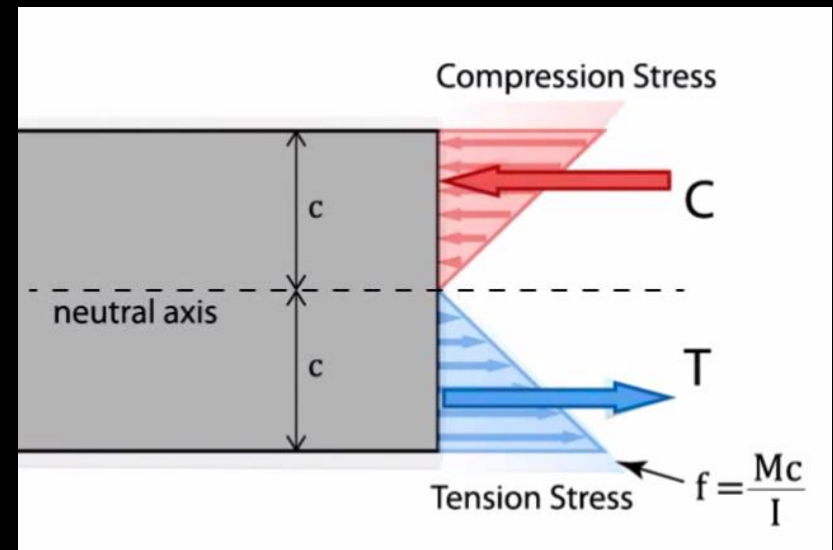
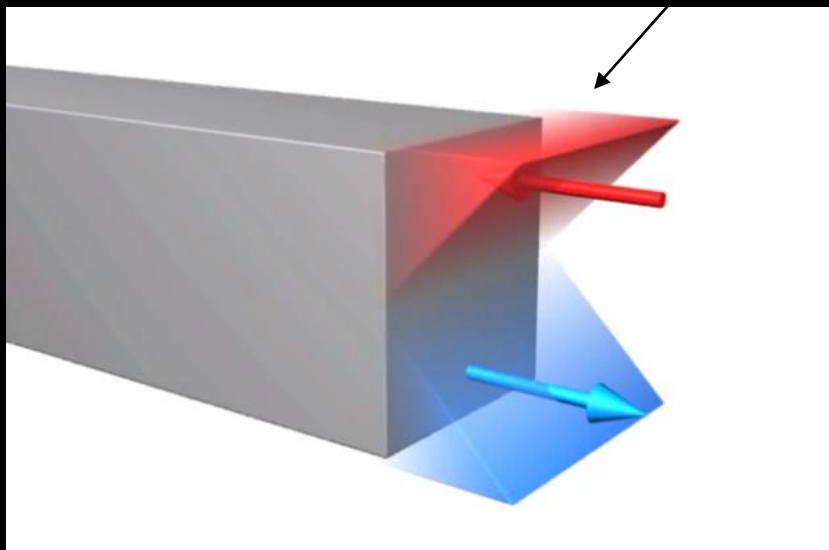
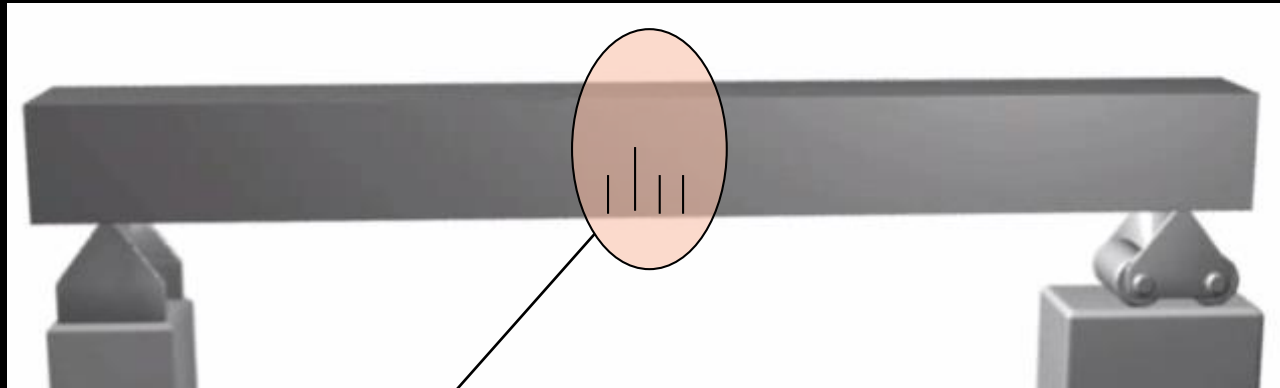
DIAGRAM TEGANGAN-REGANGAN BAJA



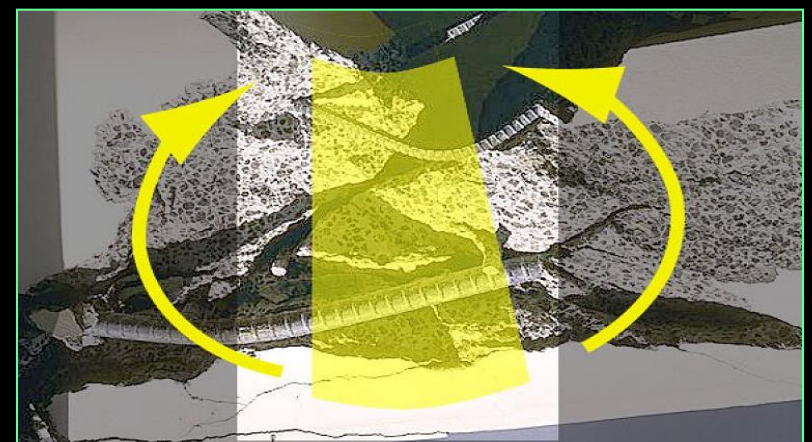
(a)
Diagram regangan
baja & beton

(b)
Diagram tegangan
regangan baja

KONSEP PERHITUNGAN BETON DENGAN SNI-03-2847-2002



KONSEP PERHITUNGAN BETON DENGAN SNI 03-2847-1992

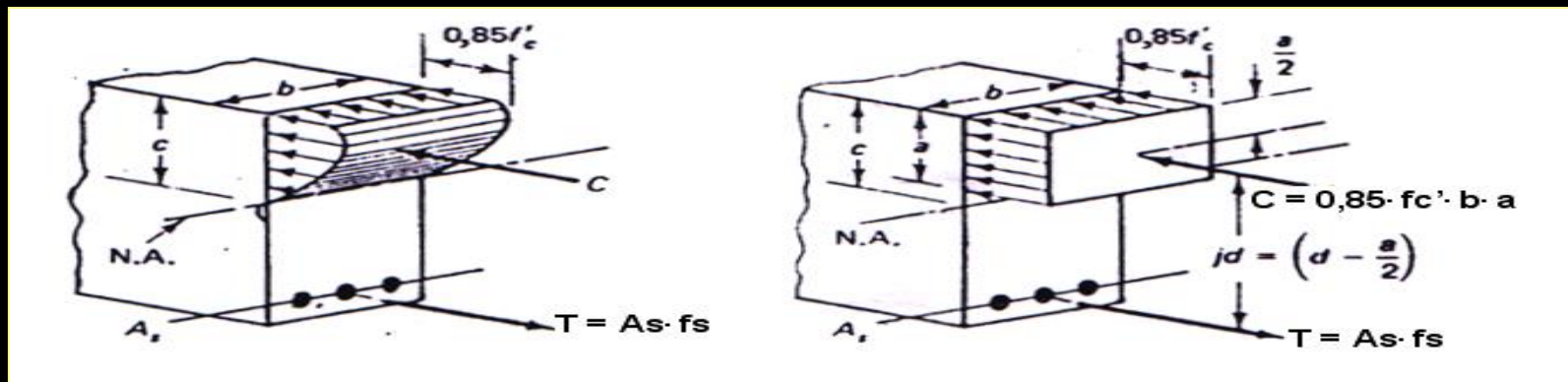
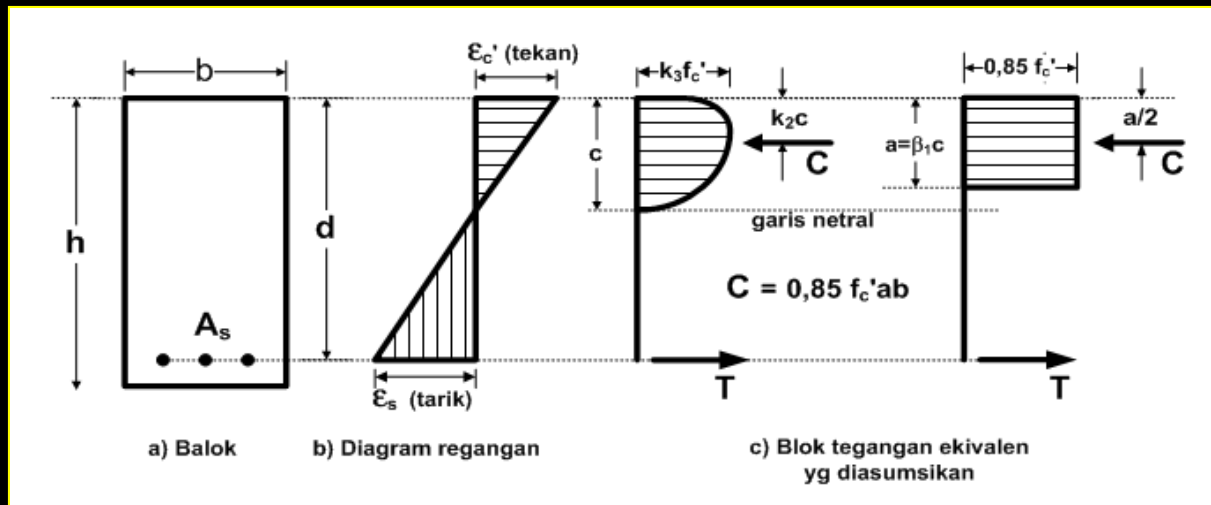


Momen Negatif

Momen Positif

KONSEP PERHITUNGAN BETON DENGAN SNI-03-2847-2002

DIAGRAM REGANGAN-BLOK TEGANGAN EKIVALEN BETON KONDISI ULTIMIT



KONSEP PERHITUNGAN BETON DENGAN SNI 03-2847-1992

- Menurut SNI 03-2847-1992 Pasal 3.3.2 butir 7.(3), nilai reduksi (β_1) = 0,08 untuk setiap kenaikan 10 MPa dari $f_c' = 30$ MPa.
- Ketentuan ini dirumuskan sebagai:

Koefisien Blok Stress β_1	Mutu Beton (f_c') MPa
$\beta_1 = 0,85$	$0 \leq f_c' \leq 30$
$\beta_1 = 0,85 - 0,008 \cdot (f_c' - 30)$	$30 \leq f_c' \leq 55$
$\beta_1 = 0,65$	$f_c' \geq 55$

KONSEP PERHITUNGAN BETON DENGAN SNI 03-2847-2002

- Menurut SNI 03-2847-2002 Pasal 12.2. butir 7.(3), nilai reduksi (β_1) = 0,05 untuk setiap kenaikan 7 MPa dari $f_c' = 30$ MPa, tetapi nilai β_1 tidak boleh diambil kurang dari 0,65.
- Ketentuan ini dirumuskan sebagai:

Koefisien Blok Stress β_1	Mutu Beton (f_c') MPa
$\beta_1 = 0,85$	$0 \leq f_c' \leq 30$
$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \cdot (f_c' - 30) / 7$	$30 \leq f_c' \leq 58$
$\beta_1 = 0,65$	$f_c' \geq 58$

KONSEP PERHITUNGAN BETON DENGAN ACI 318M-05/ ACI 318R-08

- Menurut ACI 318M-05 Pasal 10.2.7.3, nilai reduksi (β_1) = 0,05 untuk setiap kenaikan 1000 psi (6,895 MPa) dari $f_c' = 4000$ psi (27,58 MPa), tetapi nilai β_1 tidak boleh diambil kurang dari 0,65.
- Ketentuan ini dirumuskan sebagai:

Koefisien Blok Stress β_1	Mutu Beton (f_c') MPa
$\beta_1 = 0,85$	$17 \leq f_c' \leq 28$
$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \cdot (f_c' - 28) / 7$	$28 \leq f_c' \leq 56$
$\beta_1 = 0,65$	$f_c' \geq 56$

KONSEP PERHITUNGAN BETON

SNI 03-2847-1992

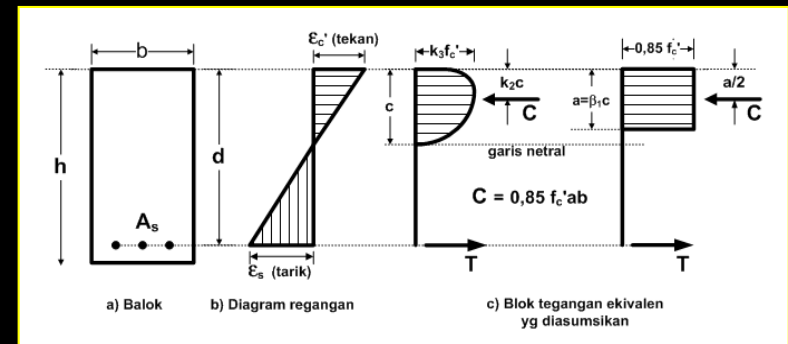
Koefisien Blok Stress β_1	Mutu Beton (f_c') MPa
$\beta_1 = 0,85$	$0 \leq f_c' \leq 30$
$\beta_1 = 0,85 - 0,008 \cdot (f_c' - 30)$	$30 \leq f_c' \leq 55$
$\beta_1 = 0,65$	$f_c' \geq 55$

SNI 03-2847-2002

Koefisien Blok Stress β_1	Mutu Beton (f_c') MPa
$\beta_1 = 0,85$	$0 \leq f_c' \leq 30$
$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \cdot (f_c' - 30) / 7$	$30 \leq f_c' \leq 58$
$\beta_1 = 0,65$	$f_c' \geq 58$

ACI 318M-05/ ACI 318R-08 / SNI 2847-2013

Koefisien Blok Stress β_1	Mutu Beton (f_c') MPa
$\beta_1 = 0,85$	$17 \leq f_c' \leq 28$
$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \cdot (f_c' - 28) / 7$	$28 \leq f_c' \leq 56$
$\beta_1 = 0,65$	$f_c' \geq 56$



Tabel Nilai f_c' vs β_1

f_c'		β_1
psi	MPa	SNI-91
3000	21	0,85
4000	28	0,85
5000	34	0,81
6000	41	0,76
7000	48	0,70

FORMAT KEAMANAN SNI-02

**Kuat Desain (Design strength) \geq Kuat Perlu
(Required strength)**

Atau

$$\phi \cdot R \geq \lambda \cdot Q$$

Dimana:

"Required Strength" diperoleh dari perkalian beban kerja (Q) dengan faktor beban (λ) yang memperhitungkan kelebihan beban ($\lambda > 1,0$).

"Design Strength" merupakan produk perkalian Nominal Strength (R) dan faktor reduksi kekuatan (ϕ) yang memperhitungkan kekurangsempurnaan dalam pelaksanaan. Makin jelek mutu pelaksanaan di lapangan akan makin kecil nilai ϕ ini.

$M_r = \phi \cdot M_n$ --- Kapasitas ultimit momen Penampang

$M_u = \lambda \cdot Q$ -- Kapasitas momen akibat beban berfaktor

PROVISI KEAMANAN STRUKTUR

1. Faktor kemungkinan pelampauan beban

SNI-1992:

$$U = 1,2 D + 1,6 L$$

$$U = 0,75 (1,2 D + 1,6 L + 1,6 W)$$

$$U = 0,9 D + 1,3 W$$

$$U = 1,05 (D + L_r + E)$$

$$U = 0,9 (D \pm E)$$

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 1,6 H$$

$$U = 0,9 D + 1,6 H$$

$$U = 0,75 (1,2 D + 1,2 T + 1,6 L)$$

$$U = 1,2 (D + T)$$

Keterangan:

U = beban ultimit

D = beban mati

L = beban hidup

W = beban angin

E = beban gempa

L_r = beban hidup yang telah direduksi

H = beban horizontal tanah

T = beban akibat perbedaan penurunan, rangkai, susut, atau perubahan suhu

KOMBINASI PEMBEBANAN MENURUT SNI-03-2847-2002

BEBAN MATI (DL)
BEBAN HIDUP (LL)
BEBAN GEMPA X (EX)
BEBAN GEMPA Y (EY)

LOAD COMB BEBAN ULTIMIT

$$U1 = 1.4DL$$

$$U2 = 1.2DL + 1.6LL$$

$$U3 = 1.2DL + 1.0LL + 1.0EX$$

$$U4 = 1.2DL + 1.0LL - 1.0EX$$

$$U5 = 1.2DL + 1.0LL + 1.0EY$$

$$U6 = 1.2DL + 1.0LL - 1.0EY$$

$$U7 = 0.9DL + 1.0EX$$

$$U8 = 0.9DL - 1.0EX$$

$$U9 = 0.9DL + 1.0EY$$

$$U10 = 0.9DL - 1.0EY$$

$$U11 = 1.2DL + 1.0LL + 1.0EX + 0.3EY$$

$$U12 = 1.2DL + 1.0LL + 1.0EX - 0.3EY$$

$$U13 = 1.2DL + 1.0LL - 1.0EX + 0.3EY$$

$$U14 = 1.2DL + 1.0LL - 1.0EX - 0.3EY$$

$$U15 = 1.2DL + 1.0LL + 0.3EX + 1.0EY$$

$$U16 = 1.2DL + 1.0LL - 0.3EX + 1.0EY$$

$$U17 = 1.2DL + 1.0LL + 0.3EX - 1.0EY$$

$$U18 = 1.2DL + 1.0LL - 0.3EX - 1.0EY$$

LOAD COMB BEBAN KERJA

$$U19 = 1.0DL + 1.0LL$$

$$U20 = 1.0DL + 1.0LL + 1.0EX$$

$$U21 = 1.0DL + 1.0LL + 1.0EY$$

$$U22 = 1.0DL + 1.0LL + 1.0EX + 0.3EY$$

$$U23 = 1.0DL + 1.0LL + 1.0EX - 0.3EY$$

$$U24 = 1.0DL + 1.0LL - 1.0EX + 0.3EY$$

$$U25 = 1.0DL + 1.0LL - 1.0EX - 0.3EY$$

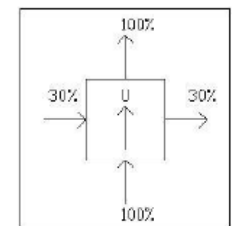
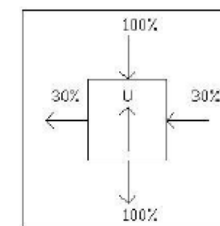
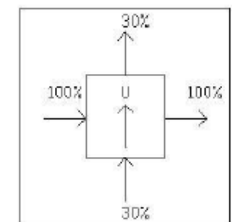
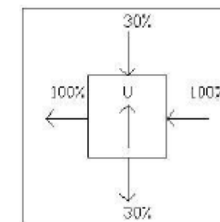
$$U26 = 1.0DL + 1.0LL + 0.3EX + 1.0EY$$

$$U27 = 1.0DL + 1.0LL - 0.3EX + 1.0EY$$

$$U28 = 1.0DL + 1.0LL + 0.3EX - 1.0EY$$

$$U29 = 1.0DL + 1.0LL - 0.3EX - 1.0EY$$

Berikut adalah 4 kombinasi gempa



Kombinasi Beban

1. $1.4D$
 2. $1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ atau } R)$
 3. $1.2D + 1.6(L_r \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0.5W)$
 4. $1.2D + 1.0W + L + 0.5(L_r \text{ atau } R)$
 5. $0.9D + 1.0W$
 6. $1.2D + 1.0E + L$
 7. $0.9D + 1.0E$
- } Kombinasi beban termasuk E

Perkecualian:

Faktor beban untuk L pada kombinasi 3, 4, dan 6 boleh diambil sama dengan 0,5 kecuali untuk ruangan garasi, ruangan pertemuan dan semua ruangan yang nilai beban hidupnya lebih besar daripada 500 kg/m^2 .

PROVISI KEAMANAN STRUKTUR

2. Faktor reduksi kekuatan

NO.	JENIS KEKUATAN	FAKTOR REDUKSI KEKUATAN (ϕ)			
		SNI-92	SNI-02	ACI 318-08	Usul Mac.G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	Lentur murni	0,80	0,80	0,90	0,85
2	Aksial tarik, aksial tarik dan lentur	0,80	0,80	0,90	0,70
3	Aksial tekan, aksial tekan dan lentur				
	a.dgn tulangan spiral	0,70	0,70	0,75	0,70
	b.dgn tulangan sengkang	0,65	0,65	0,70	0,65
4	Geser dan torsi	0,60	0,75	0,75	0,70
5	Tumpuan pada beton	0,70	0,65	0,65	0,60

2. Faktor reduksi kekuatan

Faktor Reduksi Kekuatan

Kuat nominal dari suatu komponen struktur (baik yang memikul lentur, beban aksial, geser maupun puntir), yang dihitung berdasarkan kaidah – kaidah yang berlaku, harus dikalikan dengan suatu faktor reduksi yang besarnya kurang dari satu.

Dalam SNI 2847:2013, pasal 9.3 digunakan beberapa nilai faktor reduksi kekuatan, ϕ , sebagai berikut :

- untuk penampang dominan tarik $\phi = 0,90$
- untuk penampang dominan tekan
 - dengan tulangan spiral $\phi = 0,75$
 - tulangan non-spiral $\phi = 0,65$
- untuk geser dan puntir $\phi = 0,75$
- untuk tumpu pada beton $\phi = 0,65$

2. Faktor reduksi kekuatan

Faktor Reduksi Kekuatan

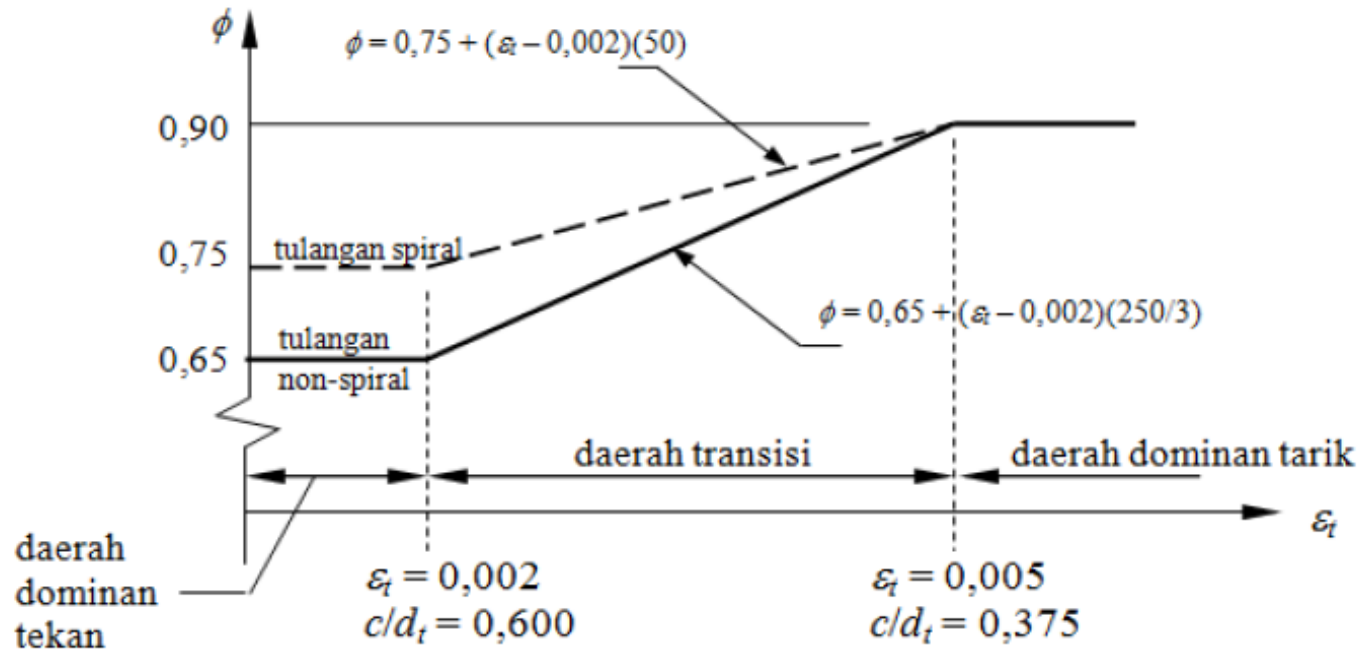
Nilai ϕ ditentukan berdasarkan regangan tarik pada serat terluar, ε_t (*Net Tensile Strain, NTS*)

Tabel Batasan Nilai Regangan

Jenis Penampang	Regangan Beton	Regangan Tulangan	Untuk $f_y = 400$ MPa
Dominan Tekan	0,003	$\varepsilon_t \leq f_y/E_s$	$\varepsilon_t = 0,002$
Dominan Tarik	0,003	$\varepsilon_t \geq 0,005$	$\varepsilon_t \geq 0,005$
Daerah Transisi	0,003	$f_y/E_s < \varepsilon_t < 0,005$	$0,002 < \varepsilon_t < 0,005$
Regangan Seimbang	0,003	$\varepsilon_s = f_y/E_s$	$\varepsilon_t = 0,002$
Daerah Transisi (lentur)	0,003	$0,004 \leq \varepsilon_t < 0,005$	$0,004 \leq \varepsilon_t < 0,005$

2. Faktor reduksi kekuatan

Faktor Reduksi Kekuatan



Untuk komponen struktur lentur beton bertulang, nilai ϵ_t harus sama atau lebih besar daripada 0,004 !

2. Faktor reduksi kekuatan

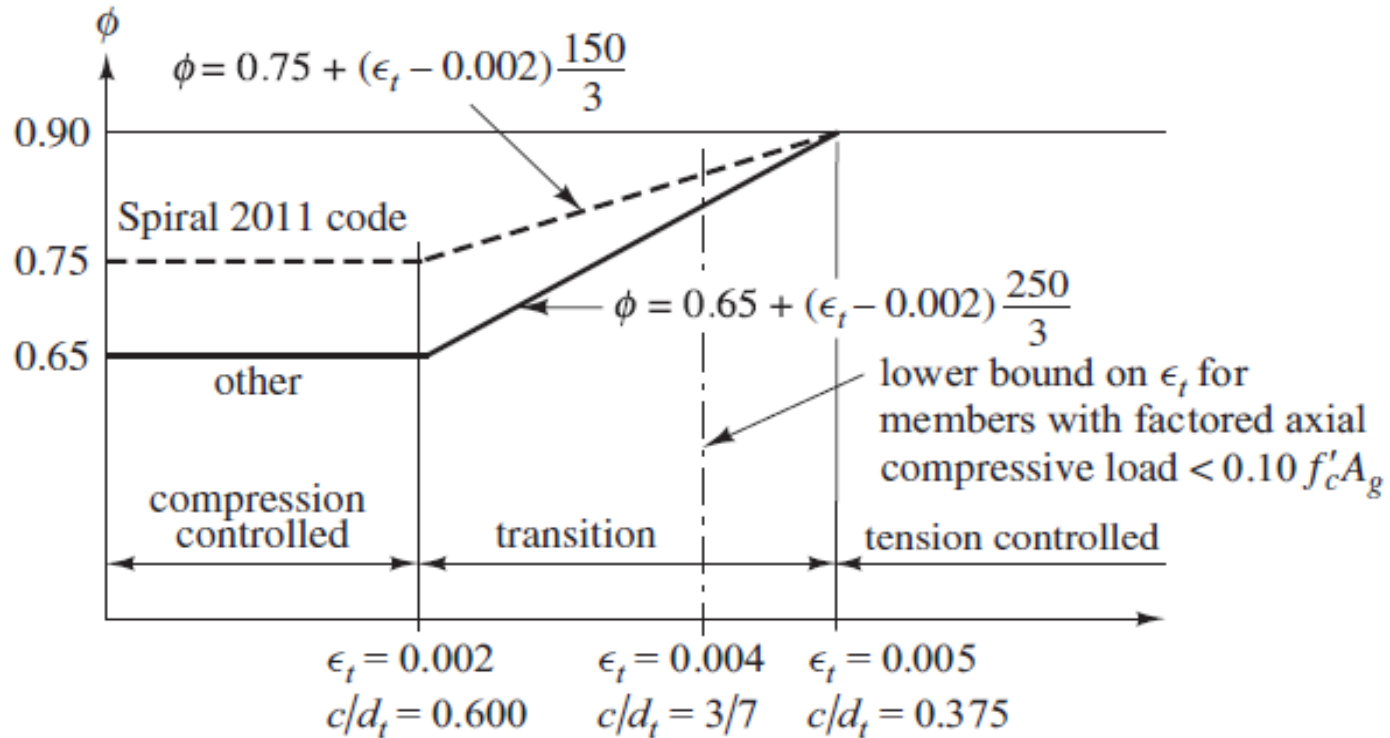
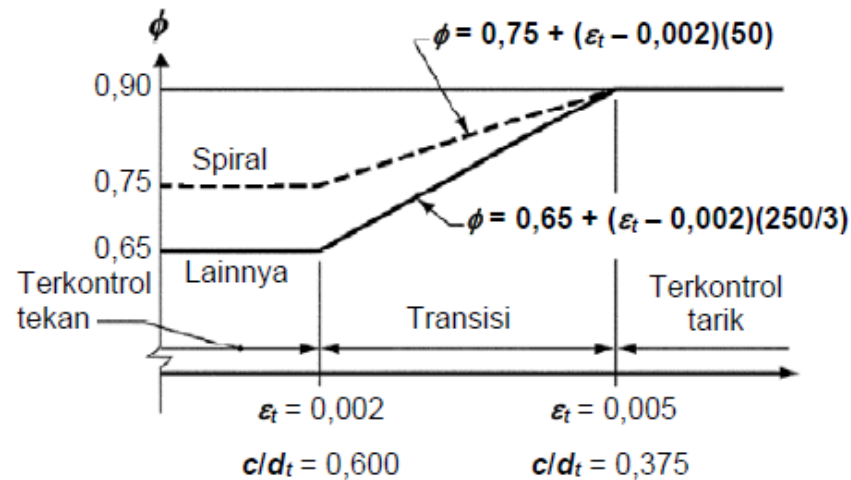


FIGURE 3.5 Variation of ϕ with net tensile strain ϵ_t and c/d_t for Grade 60 reinforcement and for prestressing steel.

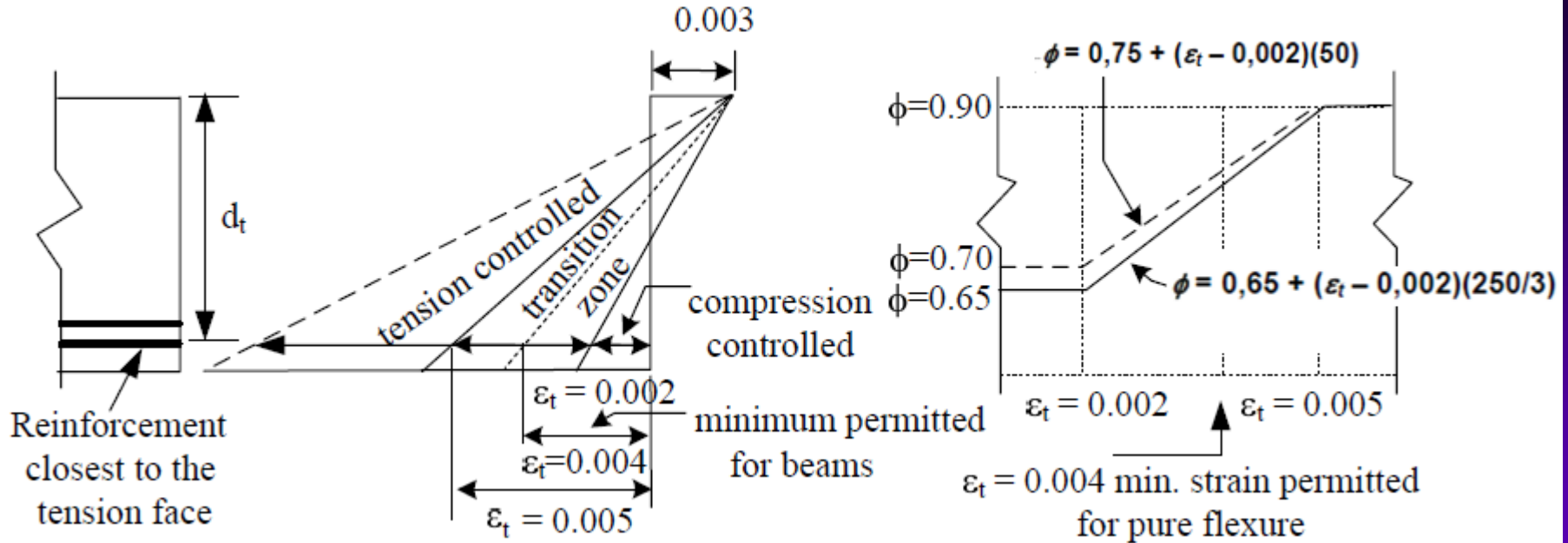
2. Faktor reduksi kekuatan



Interpolasi pada cd_t :
 Spiral $\phi = 0,75 + 0,15[(1/(cd_t) - (5/3))]$
 Lainnya $\phi = 0,65 + 0,25[(1/(cd_t) - (5/3))]$

Gambar S9.3.2 – Variasi ϕ dengan regangan tarik neto dalam baja tarik terluar, ε_t , dan cd_t untuk tulangan Mutu 420 dan untuk baja prategang

2. Faktor reduksi kekuatan



ALASAN PERLUNYA FAKTOR KEAMANAN

1. Variabilitas Ketahanan/Kekuatan

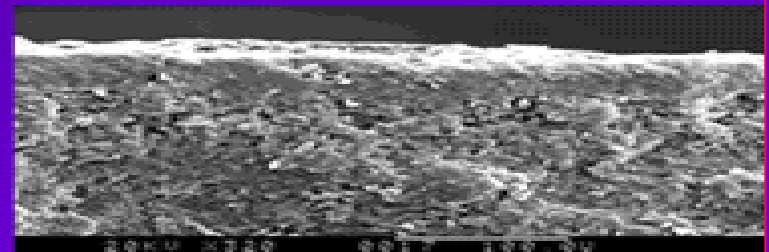
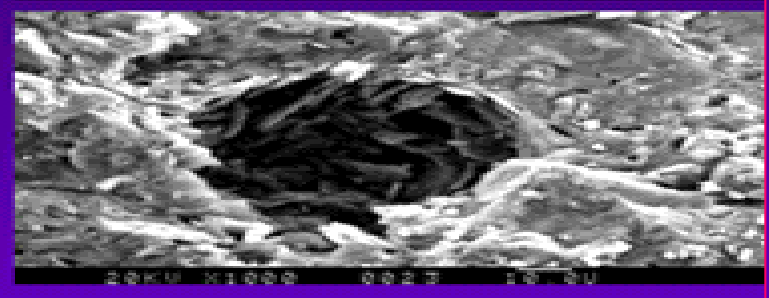
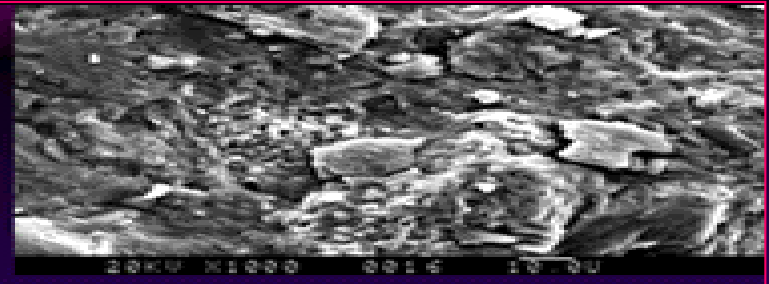
- a. variabilitas kekuatan beton & baja tulangan
- b. dimensi aktual tidak sama dengan dimensi rencana
- c. simplifikasi asumsi

2. Variabilitas Pembebanan

3. Konsekuensi Keruntuhan

- a. Korban jiwa
- b. Kerugian material, waktu,
- c. Biaya pembongkaran dan pembangunan kembali

HOMEGENITAS BETON



NILAI BEBAN MATI

Unit massa dari bahan bangunan yang sering dijumpai dalam perancangan adalah sebagai berikut:

Baja	= 7850 kg/m³
Beton tak bertulang	= 2200 kg/m³
Beton bertulang	= 2400 kg/m³
Kayu	= 1000 kg/m³
Kaca	= 2500 kg/m³
Pasir	= 1800 kg/m³
Tanah	= 2000 kg/m³
Air	= 1000 kg/m³

NILAI BEBAN MATI

Pengantung langit-langit (dari kayu), dengan bentang maksimum 5 m dan jarak s.k.s. minimum 0,80 m: 7 Kg/m²

Adukan dari semen: 21 Kg/m²

Adukan dari kapur, tras atau semen merah: 17 Kg/m²

Dinding batu bata (satu batu): 450 Kg/m²

Dinding batu bata(setengah batu): 250 kg/m²

Aspal, termasuk bahan mineral penambah, per-cm tebal: 14 Kg/m²

Penutup atap genting dengan reng dan usuk/kaso per m² bidang atap: 50 Kg/m²

Penutup atap sirap dengan reng dan usuk/kaso per m² bidang atap: 40 Kg/m²

Penutup atap seng gelombang(BWG 24) tanpa gording: 10 Kg/m²

NILAI BEBAN HIDUP

Lantai dan tangga rumah tinggal: 200 Kg/m²

Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan untuk toko atau ruang kerja: 150 Kg/m²

Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, restoran, hotel dan asrama: 250 Kg/m²

Lantai ruang olah raga, balkon dalam dari ruang-ruang pertemuan seperti gereja, mesjid, ruang konser, ruang pertunjukan, ruang rapat, bioskop, dan panggung penonton dengan tempat duduk tetap: 400 Kg/m²

Tangga, bordes tangga: 300 Kg/m²

Lantai ruang dansa, dan panggung penonton tempat berdiri atau dengan tempat duduk tidak tetap: 500 Kg/m²

Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar: 300 Kg/m²

NILAI BEBAN ANGIN

Tekanan tiup angin minimum: 25 Kg/m²

Tekanan tiup angin dilaut dan tepi laut sampai sejauh 5 km dari pantai: 40 Kg/m²

Untuk daerah dekat laut, dan daerah-daerah lain tertentu, dimana kecepatan angin (V) (m/detik) memungkinkan tekanan angin (p) yang lebih besar:

$$p = \frac{V^2}{16}$$

(Kg/m²)

SNI 1727:2013:

Tekanan tiup angin minimum: 25 Kg/m²

Umpan Balik Modul 2

Soal 1:

Jelaskan asumsi diagram tegangan-regangan beton yang digunakan pada SNI!

Soal 2:

Jelaskan asumsi diagram tegangan-regangan baja yang digunakan pada SNI!

Soal 3:

Jelaskan makna dari faktor reduksi kekuatan untuk desain lentur, geser, dan aksial!

Soal 4:

Jelaskan mengenai penggunaan konsep desain SNI untuk beton mutu tinggi!