

# RSNI3

RSNI3 8828-1:20xx

Rancangan Standar Nasional Indonesia 3

---

**Jalan rel perkeretaapian – Bagian 1 : Bantalan beton**

ICS 45.080



## Daftar Isi

Daftar Isi .....	i
Prakata .....	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup .....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi.....	1
3.1 bantalan beton .....	1
4 Syarat mutu.....	1
<u>4.1</u> Persyaratan teknik bantalan beton .....	1
5 Metode uji .....	3
5.1 Uji material bantalan beton .....	3
5.2 Penghitungan $FR_0$ , $FC_{0n}$ dan $FC_0$ bantalan beton .....	4
5.3 Koefisien pengujian bantalan beton.....	7
5.4 Uji bantalan beton.....	7
5.5 Kriteria keberterimaan bantalan beton.....	7
<u>5.6</u> Evaluasi pengujian momen <i>bending</i> .....	9
6 Syarat lulus .....	10
7 Penandaan.....	10

## Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) 8828:XXXX, dengan judul *Bantalan beton dan sistem penambat untuk jalan rel* merupakan revisi dari SNI (SNI) 8828:2019, dengan judul *Bantalan beton dan sistem penambat untuk jalan rel*. Standar yang menjadi acuan utama adalah EN 13230 *Railway applications – Track – Concrete sleepers and bearers*, EN 13481 *Railway applications – Track – Performance requirements for fastening systems*, dan EN 13146 *Railway applications – Track – Test methods for fastening systems*.

Standar Nasional Indonesia (SNI) ini dirumuskan dengan tujuan sebagai berikut:

- Meningkatkan keselamatan perjalanan kereta api
- Menstandarisasikan pengadaan barang dan jasa sehingga mutu terjamin sesuai dengan persyaratan
- Menyesuaikan standar dengan peraturan yang berlaku
- Mewujudkan persaingan usaha yang sehat dalam pengadaan barang dan jasa.

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 45-02, *Prasarana Perkeretaapian*. Standar telah dibahas dalam rapat teknis serta disepakati pada rapat konsensus di Jakarta, pada tanggal [.....] yang dihadiri oleh Komite Teknis, produsen, konsumen, pemerintah, asosiasi, perguruan tinggi, dan instansi pemerintah terkait lainnya.

Perubahan dari SNI sebelumnya  
Dan rencana seri berikutnya

Standar ini telah melalui tahap jajak pendapat pada tanggal [.....] sampai dengan [.....], dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

Perlu diperhatikan bahwa kemungkinan beberapa unsur dari dokumen standar ini dapat berupa hak paten. Badan Standardisasi Nasional tidak bertanggung jawab untuk pengidentifikasian salah satu atau seluruh hak paten yang ada.

## Pendahuluan

Standardisasi perlu dilakukan untuk memperoleh mutu yang terjamin dari segala pengadaan barang tersebut baik proses pembuatan maupun ukuran yang terdapat pada barang tersebut. Standardisasi juga dilakukan untuk menyesuaikan dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Salah satu barang yang membutuhkan standardisasi adalah bantalan beton dan sistem penambat untuk jalan rel. Bantalan beton dan sistem penambat untuk jalan rel memiliki fungsi utama untuk menjaga lebar jalan rel dan mendistribusikan beban dari rel ke balas. Mengingat fungsinya yang vital maka dibutuhkan standardisasi sehingga produk memiliki kualitas yang seragam sehingga dapat memberikan faktor keselamatan bagi pengguna, memudahkan proses produksi oleh produsen, dan memudahkan proses pengadaan.



## Jalur perkeretaapian – Bagian 1 : Bantalan beton

### 1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan persyaratan teknik bantalan beton monoblok pratekan pada jalur kereta api dengan menggunakan balas (*ballasted*) untuk jalan rel dengan lebar jalan rel 1067 mm dan 1435 mm.

Spesifikasi pada SNI ini hanya berlaku untuk persetujuan desain bantalan beton, tidak berlaku untuk pengujian berkala.

### 2 Acuan normatif

Dokumen acuan berikut sangat diperlukan untuk penggunaan dokumen ini. Untuk acuan bertanggal, hanya edisi yang disebutkan yang berlaku. Untuk acuan tidak bertanggal, berlaku edisi terakhir dari dokumen acuan tersebut (termasuk seluruh perubahan/amandemennya).

SNI 8389, *Cara uji tarik logam*

SNI 1974, *Cara Uji Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*

SNI 2847:2019, *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan (ACI 318M-14 dan ACI 318RM-14, MOD)*

EN 13230-6 *Railway applications - Track - Concrete sleepers and bearers - Part 6: Design*

ISO 22480-2 *Railway applications — Concrete sleepers and bearers for track — Part 2: Prestressed monoblock sleepers*

### 3 Istilah dan definisi

#### 3.1 bantalan beton

komponen melintang dari struktur jalan rel yang terbuat dari beton bertulang dengan fungsi untuk menjaga lebar jalan rel, meneruskan beban dari rel ke balas atau sistem pendukung bantalan lainnya, dan stabilitas ke arah lateral dan longitudinal jalan rel.

### 4 Syarat mutu

#### 4.1 Persyaratan teknik bantalan beton

Persyaratan teknik bantalan beton adalah sebagai berikut:

1. Bentuk penampang bantalan beton dapat menyerupai trapesium, dengan luas penampang bagian tengah tidak kurang dari 85% luas penampang area dudukan rel
2. Bantalan beton harus mempunyai karakteristik sesuai Tabel 1.

**Tabel 1 – Syarat mutu material bantalan beton**

Lebar jalan rel (mm)	Kuat tekan beton $f'_c$ (MPa)	Ultimate strength baja prategang (MPa)
1067	$\geq 50,00$	$\geq 1420$
1435	$\geq 60,00$	$\geq 1420$

3. Bantalan beton memenuhi persyaratan mutu pada tabel 1 yang dibuktikan melalui laporan hasil uji produk atau pabrikan
4. Bantalan beton harus mampu memikul momen minimum sesuai Tabel 2.

Tabel 2 – Momen referensi bantalan beton

Lebar jalan rel (mm)	Panjang bantalan (mm)	$V_{maks}$ (km/jam)	Beban gandar (P) (ton)	Passing tonnage minimum (juta ton/tahun)	Jenis momen	Posisi	
						Dudukan rel (kN.m)	Tengah bantalan (kN.m)
1067	2000	120	18	20	positif	8,434	5,786
					negatif	-	5,786
1067	2000	160	18	20	positif	9,738	7,345
					negatif	-	7,345
1435	2440	200	18	20	positif	16,083	5,296
					negatif	-	7,551
	2440	200	22.5	20	positif	20,104	6,669
					negatif	-	9,512
	2440	200	25	25	positif	22,555	7,453
					negatif	-	10,787
	2740	200	25	25	positif	31,381	5,492
					negatif	-	7,845

**CATATAN 1** Perhitungan nilai momen desain minimum untuk lebar jalan rel 1067 mm menggunakan metode *elastic beam* sedangkan lebar jalan rel 1435 mm menggunakan metode *simplified*. Untuk parameter desain selain yang tercantum dalam table 2, perhitungan momen mengacu pada EN 13230-6

**CATATAN 2** momen yang tertera adalah momen desain

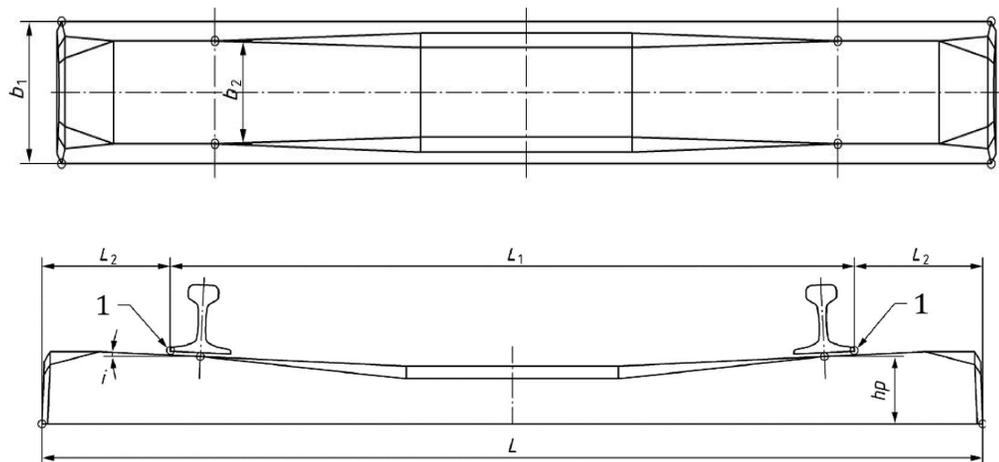
5. Dimensi bantalan beton sesuai Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 – Dimensi bantalan beton untuk lebar jalan rel 1067 mm

Keterangan	Dimensi	Simbol	Toleransi
	(mm)	(sesuai Gambar 1)	(mm)
Lebar Bawah	200 – 300	$b_1$	± 5
Lebar Atas	150 – 200	$b_2$	
Tinggi	150 – 250	$hp$	-3, + 5
Panjang	2000	$L$	± 10

Tabel 4 – Dimensi bantalan beton untuk lebar jalan rel 1435 mm

Keterangan	Dimensi	Simbol (Sesuai Gambar 1)	Toleransi
	(mm)		(mm)
Lebar Bawah	200 – 330	$b_1$	$\pm 5$
Lebar Atas	150 – 200	$b_2$	
Tinggi	150 – 250	$hp$	-3, + 5
Panjang	2440	$L$	$\pm 10$
	2740		



Keterangan gambar:

- $b_1$  : Lebar Bawah
- $b_2$  : Lebar Atas
- $hp$  : Tinggi
- $L$  : Panjang

Gambar 1 – Dimensi bantalan beton

## 5 Metode uji

### 5.1 Uji material bantalan beton

#### 5.1.1 Uji kuat tekan beton

Uji kuat tekan beton dilakukan sesuai SNI 1974

#### 5.1.2 Uji *ultimate strength* baja prategang

Uji *ultimate strength* baja prategang dilakukan sesuai SNI 8389

## 5.2 Penghitungan $F_{r0}$ , $F_{c0n}$ dan $F_{c0}$ bantalan beton

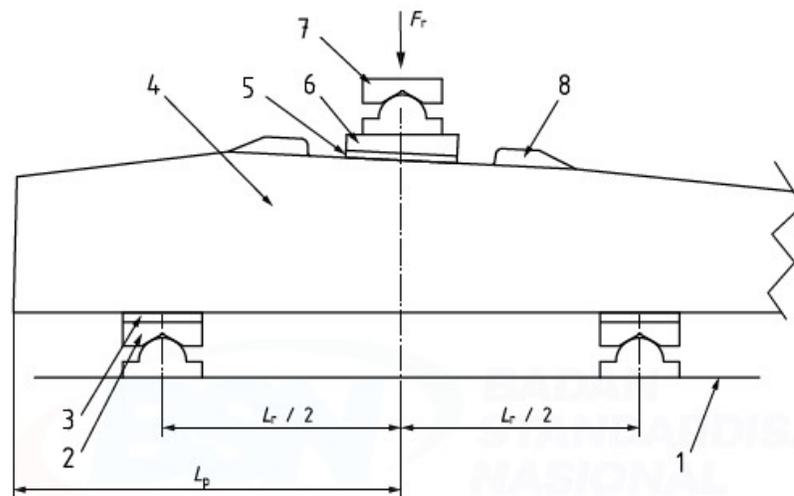
### 5.2.1 Beban *bending* positif referensi dudukan rel ( $F_{r0}$ )

$$F_{r0} = \frac{4 \cdot M_{o,r, \text{pos}}}{(L_r - 0,1)}$$

#### Keterangan

$L_r$  = jarak desain antara garis tengah tumpuan untuk pengaturan pengujian pada bagian dudukan rel, mengacu gambar 2

$M_{o, r, \text{pos}}$  Momen referensi positif pada sisi dudukan rel, mengacu tabel 2



- 1 tumpuan kaku
- 2 tumpuan kaku tambahan
- 3 alas elastis
- 4 bantalan beton monoblok
- 5 alas rel elastis
- 6 tapered packing
- 7 tumpuan pada titik pembebanan
- 8 shoulder (bagian dari sistem penambat)

**Gambar 2 – Ilustrasi pengujian momen positif pada sisi dudukan rel**

Hubungan antara  $L_p$  dan  $L_r$  adalah sebagai berikut

**Tabel 5 – Nilai  $L_r$  berdasarkan nilai  $L_p$**

Dimensi dalam Meter

$L_p$	$L_r$
$L_p < 0,349$	0,3
$0,350 \leq L_p < 0,399$	0,4
$0,400 \leq L_p < 0,449$	0,5
$L_p \geq 0,450$	0,6

### Keterangan

$L_p$  = jarak desain antara garis tengah dudukan rel dan ujung bantalan di bagian bawah

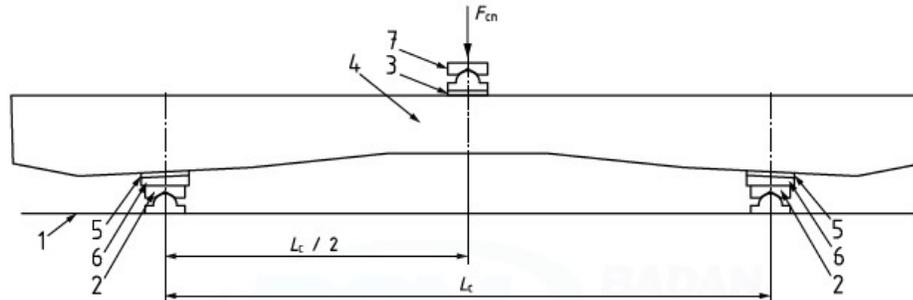
### 5.2.2 Beban *bending* negatif referensi tengah bantalan ( $F_{c0n}$ )

$$F_{c0n} = \frac{4.M_{o,c,neg}}{(L_c - 0,1)}$$

### Keterangan

$L_c$  = jarak desain antara garis tengah dudukan rel, mengacu gambar 3

$M_{o,c,neg}$  = Momen referensi negatif pada sisi tengah bantalan, mengacu tabel 2



1 tumpuan kaku

2 tumpuan kaku tambahan

3 alas elastis

4 bantalan beton monoblok

5 alas rel elastis

**6 tapered packing**

7 tumpuan pada titik pembebanan

**Gambar 3 – Ilustrasi pengujian momen negatif pada sisi tengah bantalan**

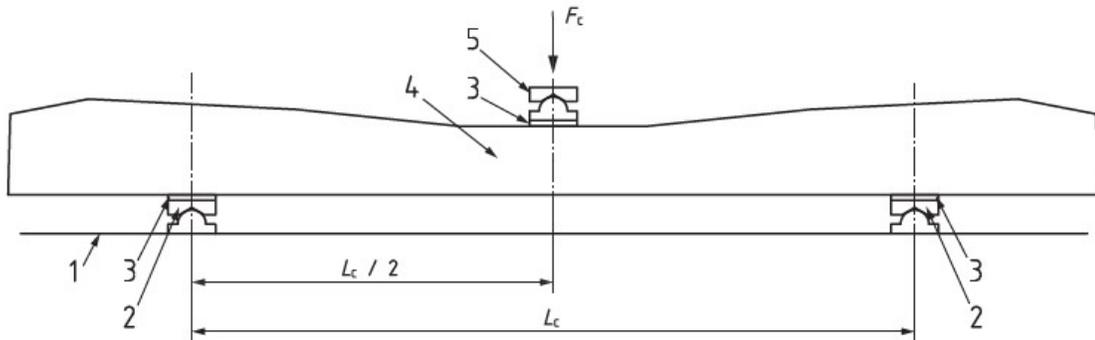
5.2.3 Beban *bending* positif referensi tengah bantalan ( $F_{c0}$ )

$$F_{c0} = \frac{4 \cdot M_{o,c, \text{pos}}}{(L_c - 0,1)}$$

**Keterangan**

$L_c$  = jarak desain antara garis tengah dukungan rel, mengacu gambar 4

$M_{o,c, \text{pos}}$  = Momen referensi positif pada sisi tengah bantalan, mengacu tabel 2



1 tumpuan kaku

2 tumpuan kaku tambahan

3 alas elastis

4 bantalan beton monoblok

5 tumpuan pada titik pembebanan

**Gambar 4 – Ilustrasi pengujian momen positif pada sisi tengah bantalan**

### 5.3 Koefisien pengujian bantalan beton

Tabel 6 - Koefisien pengujian bantalan beton

No.	Jenis koefisien	Simbol	Nilai	Jenis pengujian
1	koefisien di retak pertama ( <i>first-crack</i> )	( $k_t$ )	1,1 – 1,2	Uji Statik
2	koefisien di lebar retak ( <i>crack</i> ) 0,05 mm	( $k_{1s}$ )	1,8	Uji Statik
3	koefisien di kondisi ultimate ( <i>break</i> )	( $k_{2s}$ )	2,5	Uji Statik
4	koefisien di lebar retak ( <i>crack</i> ) 0,05 mm	( $k_{1d}$ )	1,5	Uji dinamik (cyclic)
5	koefisien di kondisi ultimate ( <i>break</i> )	( $k_{2d}$ )	2,2	Uji dinamik (cyclic)
6	koefisien di kondisi ultimate ( <i>break</i> )	( $k_3$ )	2,5	Uji Fatik

### 5.4 Uji bantalan beton

Uji bantalan beton dilakukan sesuai ISO 22480-2 dengan ketentuan sesuai tabel 7.

Tabel 6 - Koefisien pengujian bantalan beton

No.	Jenis pengujian	Acuan pengujian
1	Pengujian momen bending statis	Pasal 5.3.3 pada 22480-2:2022
2	Pengujian momen bending cyclic	Pasal 5.3.4 pada 22480-2:2022
3	Pengujian momen bending cyclic	Pasal 5.3.5 pada 22480-2:2022

### 5.5 Kriteria keberterimaan bantalan beton

#### 5.5.1 Pengujian momen *bending* statis

##### 5.5.1.1 Pengujian momen *bending* statis dudukan rel

Pengujian statis dudukan rel hanya dilakukan untuk momen positif

a. Kriteria penerimaan:

$$F_{rr} > k_t \times F_{r0}$$

Keterangan

b. Jika uji bersifat opsional dilakukan, maka

$$F_{r0,05} > k_{1s} \times F_{r0}$$
$$F_{rB} > k_{2s} \times F_{r0}$$

**Keterangan**

$k_t, k_{1s}, k_{2s}$  = koefisien berdasarkan tabel 6

$F_{rr}$  = beban uji yang menghasilkan terbentuknya retakan pertama pada bagian dudukan rel pada saat uji *bending* positif pada dudukan rel; beban dimana lebar retak yang diukur di bawah pembebanan, pada kedalaman 15 mm, sama atau lebih tinggi dari 0,02 mm pada salah satu permukaannya

$F_{r0,05}$  = beban uji yang lebar retaknya 0,05 mm pada bagian bawah dudukan rel tetap ada setelah beban dilepas selama uji *bending* positif pada dudukan rel; beban sebelum beban uji, yang lebar retak sisa diukur pada kedalaman 15 mm, yang bertahan setelah beban dihilangkan dan sama atau lebih tinggi dari 0,06 mm pada salah satu permukaannya.

$F_{rB}$  = beban uji maksimum yang tidak dapat ditingkatkan selama uji *bending* positif pada bagian dudukan rel

**5.5.1.2 Pengujian momen *bending* statis tengah bantalan**

**5.5.1.2.1 Pengujian momen *bending* statis tengah bantalan momen positif**

Kriteria penerimaan:

$$\text{Tidak ada retak pada } F_c = k_t \times F_{c0}$$

Jika uji bagian I yang bersifat opsional dilakukan, maka

$$F_{cr} > k_t \times F_{c0}$$

Jika uji bagian II yang bersifat opsional dilakukan, maka

$$F_{cB} > k_{2s} \times F_{c0}$$

**Keterangan**

$k_t, k_{2s}$  = koefisien berdasarkan tabel 6

$F_c$  = beban diterapkan pada bagian tengah bantalan untuk uji *bending* positif pada bagian tengah bantalan

$F_{cr}$  = beban uji yang menghasilkan terbentuknya retakan pertama pada bagian tengah bantalan pada saat uji *bending* positif pada bagian tengah bantalan; beban dimana lebar retak yang diukur di bawah pembebanan, pada kedalaman 15 mm, sama atau lebih tinggi dari 0,02 mm pada salah satu permukaannya

$F_{cB}$  = beban uji maksimum yang tidak dapat ditingkatkan selama uji *bending* positif pada bagian tengah bantalan

**5.5.1.2.2 Pengujian momen *bending* statis tengah bantalan momen negatif**

Kriteria penerimaan:

$$\text{Tidak ada retak pada } F_{cn} = k_t \times F_{c0n}$$

Jika uji bagian I yang bersifat opsional dilakukan, maka

$$F_{crn} > k_t \times F_{c0n}$$

Jika uji bagian II yang bersifat opsional dilakukan, maka

$$F_{cBn} > k_{2s} \times F_{c0n}$$

### Keterangan

- $k_t, k_{2s}$  = koefisien berdasarkan tabel 6
- $F_{cn}$  = beban diterapkan pada bagian tengah bantalan untuk uji *bending* positif pada bagian tengah
- $F_{cm}$  = beban uji yang menimbulkan retak pertama pada bagian tengah pada saat uji *bending* negatif pada bagian tengah; beban sebelum beban uji negatif pertama yang mana lebar retak yang diukur di bawah beban, pada kedalaman 15 mm, sama atau lebih tinggi dari 0,02 mm pada salah satu permukaannya
- $F_{cBn}$  = beban uji maksimum yang tidak dapat ditingkatkan selama uji *bending* negatif pada bagian tengah bantalan

### 5.5.2 Pengujian momen *bending cyclic*

Pengujian momen *bending cyclic* hanya dilakukan pada dudukan rel untuk momen positif

- $F_{r0,05} > k_{1d} \times F_{r0}$
- $F_{rB} > k_{2d} \times F_{r0}$  atau  $F_{r0,05} > k_{2d} \times F_{r0}$  (berdasarkan ketentuan/ persyaratan pembeli)

### Keterangan

- $k_{1d}, k_{2d}$  = Koefisien berdasarkan tabel 6

### 5.5.3 Pengujian momen *bending fatik*

Pengujian fatik hanya dilakukan pada dudukan rel untuk momen positif, kriteria penerimaan untuk uji fatik pada dudukan rel setelah  $2 \times 10^6$  siklus sebagai berikut:

- Lebar retak  $\leq 0,1$  mm ketika pembebanan di  $F_{r0}$ ;
- Lebar retak  $\leq 0,05$  mm ketika beban dihilangkan;
- $F_{rB} > k_3 \times F_{r0}$

### Keterangan

- $k_3$  = Koefisien berdasarkan tabel 6

### 5.6 Evaluasi pengujian momen *bending*

Pengujian ini dilaksanakan sesuai dengan ilustrasi pengujian pada pasal 5.2 dengan prosedur sesuai dengan pasal 5.4.

Seluruh hasil pengujian harus memenuhi kriteria keberterimaan pada pasal 5.5.

Jumlah bantalan yang akan diuji untuk persetujuan desain ditentukan pada tabel 7

Tabel 7 – Jumlah sampel bantalan yang diuji

No.	Pengujian	Jumlah sampel uji
1	Pengujian momen <i>bending</i> statis dudukan rel	6 bantalan (satu dudukan rel per bantalan)
2	Pengujian momen <i>bending</i> statis tengah bantalan momen positif	3 bantalan
3	Pengujian momen <i>bending</i> statis tengah bantalan momen negatif	3 bantalan
4	Pengujian momen <i>bending</i> dinamis	6 bantalan (satu dudukan bantalan per bantalan)
5	Pengujian momen <i>bending</i> fatik	1 bantalan (satu dudukan bantalan per bantalan)

## 6 Syarat lulus

Bantalan beton untuk jalan rel dinyatakan lulus uji apabila memenuhi persyaratan pasal 4 dan pasal 5.

## 7 Penandaan

Semua bantalan beton harus diberi tanda (*marking*) sebagai berikut:

- Pada bahu sisi bantalan beton, menunjukkan lebar jalur menggunakan *emboss*.
- Pada bahu sisi lain bantalan beton, menunjukkan tahun pembuatan menggunakan *emboss* dan kode produksi menggunakan cat.

## Bibliografi

- [1] SNI 7701:2011 Kawat baja kuens (quench) temper untuk konstruksi beton pratekan (PC bar/KBjP-Q)
- [2] SNI 1155:2011 Kawat baja tanpa lapisan untuk konstruksi beton pratekan (PC Wire / KBjP)
- [3] SNI 11-4040-1996 Alas rel untuk penambat elastis rel kereta api dari bahan polietilen.
- [4] SNI 11-4041-1996 Insulator untuk penambat elastis rel kereta api dari bahan logam
- [5] EN 13481-2 : 2012 *Railway applications – Track – Performance requirements for fastening systems – Part 2: Fastening systems for concrete sleepers*
- [6] EN 13146 : 2012 (all part) *Railway applications – Track – Test methods for fastening systems*
- [7] EN 13230-1 : 2012 *Railway applications – Track – Concrete sleepers and bearers – Part 1: General requirements*
- [8] EN 13230 – 2: 2016 *Railway applications – Track – Concrete sleepers and bearers – Part 2: Prestressed monoblock sleepers*
- [9] UIC 864-1 *Technical Specification for the Supply of Sleeper Screws*
- [10] Peraturan Menteri Perhubungan No 60 Tahun 2012 Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api



## Informasi pendukung terkait perumus standar

**[1] Komtek perumus SNI**

Komite Teknis 45-02, Prasarana Perkeretaapian

**[2] Susunan keanggotaan Komtek perumus SNI**

Ketua : M. Fatawi  
Wakil ketua : Mohamad Ramdany  
Sekretaris : Ariyanto Hernowo  
Anggota : Winarto  
Duduk Abduh Gunawan  
Fauzi Firmansyah  
Sudarmadi  
Isman Anshori  
Fery Safaria  
Dicky Arisikam

**[3] Konseptor rancangan SNI**

Tim konseptor:  
Indah Widya Astuti

**[4] Sekretariat pengelola Komtek perumus SNI**

Direktorat Pengembangan Standar Mekanika, Energi, Infrastruktur, dan  
Teknologi Informasi - BSN