SNI 7971:2013

Standar Nasional Indonesia

Struktur baja canai dingin

ICS 91.080.10

Badan Standardisasi Nasional

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

© BSN 2013

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Daftar Isi

Daftar Isi xxiii
Prakata iii
Bab 1 Ruang Lingkup dan Umum 1
1.1 Ruang lingkup 1
1.2 Acuan normatif 1
1.3 Definisi 1
1.4 Notasi 9
1.5 Material 23
1.6 Persyaratan desain 28
Bab 2 Elemen 32
2.1 Properti penampang 32
2.2 Lebar efektif untuk elemen dengan pengaku 34
2.3 Lebar efektif dari elemen tanpa pengaku 40
2.4 Lebar efektif elemen yang mengalami tekan merata dengan pengaku tepi 43
2.5 Lebar efektif elemen dengan pengaku yang mengalami tekan merata dengan satu pengaku antara 45
2.6 Lebar efektif elemen dengan pengaku yang mengalami tekan merata dengan pengaku antara majemuk 47
2.7 Lebar efektif elemen dengan pengaku tepi yang mengalami tekan merata dengan pengaku antara 50
2.8 Elemen busur tekan 50
Bab 3 Komponen Struktur 51
3.1 Umum 51
3.2 Komponen struktur yang menerima aksial tarik 51
3.3 Komponen struktur yang menerima lentur 52
3.4 Komponen struktur tekan pembebanan konsentris 71
3.5 Kombinasi aksial tekan atau tarik dan lentur 75
3.6 Komponen struktur berbentuk tabung silinder 77
Bab 4 Struktur Rakitan 79
4.1 Penampang tersusun 79
4.2 Sistem campuran 80
4.3 Pengekang lateral 80
4.4 Stud dinding dan rakitan stud dinding 85
Bab 5 Sambungan 86
5.1 Umum 86
5.2 Sambungan las 86
5.3 Sambungan baut 97
5.4 Sambungan Sekrup 102
5.5 Sambungan paku keling 105
5.6 Runtuh 107
5.7 Sambungan lain yang menggunakan berbagai tipe pengencang 108
Bab 6 Fatik 109
6.1 Umum 109
6.2 Perhitungan tegangan maksimum dan rentang tegangan 113
6.3 Kategori detail untuk detail terklasifikasi 113
6.4 Perkiraan fatik 116
Bab 7 Metode Kekuatan Langsung 116
7.1 Umum 116
7.2 Komponen struktur 118

© BSN 2013

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Bab 8 Pengujian....122
8.1 Pengujian untuk menentukan properti material....122
8.2 Pengujian untuk perkiraan atau verifikasi....124
Lampiran A....126
Acuan normatif....126
Lampiran B....128
Komponen struktur lentur yang mengalami lentur positif dan negatif....128
Lampiran C....129
Perlindungan....129
Lampiran D....131
Tegangan tekuk distorsi penampang kanal, kanal lip dan penampang-z yang mengalami tekan dan lentur....131
Lampiran E....135
Properti penampang....135
Lampiran F....138
Pengujian standar untuk sambungan dengan satu pengencang....138
Lampiran G....143
Bibliografi....143
Lampiran H....144
Daftar definisi....144
Lampiran I....149
Daftar padanan peraturan....149
Tabel I.1 Daftar Padanan Peraturan....149
Tabel I.1 Daftar Padanan Peraturan (lanjutan)....150
Tabel I.1 Daftar padanan peraturan (lanjutan)....151
Tabel I.1 Daftar padanan peraturan (lanjutan)....152
Lampiran J....153
Daftar penyimpangan dan penjelasannya....153

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Prakata

Standar ini mengatur persyaratan minimum untuk mendesain komponen struktur yang dibentuk secara canai dingin (*cold form*) dari bahan baja karbon atau *low-alloy* berbentuk lembaran, setrip, pelat, ataupun batangan dengan ketebalan tidak lebih dari 25 mm, serta digunakan untuk memikul beban pada bangunan gedung. Komponen struktur yang diatur dalam standar ini termasuk diantaranya gording kanal C, dan profil-profil lain yang banyak dipakai pada konstruksi atap baja ringan. Standar ini juga dapat digunakan untuk struktur-struktur selain bangunan gedung asalkan dilakukan penyesuaian-penyesuaian terhadap efek-efek dinamis. Standar ini tidak berlaku untuk desain struktur terhadap kebakaran dan fraktur getas.

Standar ini merupakan adopsi modifikasi dari AS/NZS 4600:2005*, Cold-formed steel structures,* dan mengikuti tata cara penulisan yang ada pada Pedoman Standarisasi Nasional (PSN) 03.1:2007, Adopsi Standar Internasional dan Publikasi Internasional lainnya, Bagian 1: Adopsi Standar Internasional menjadi SNI*.* AS/NZS 4600:2005 dipilih sebagai acuan dengan pertimbangan mayoritas pelaku industri baja canai dingin menggunakan standar ini. Penelaahan standar ini dengan standar serupa di Amerika (AISI S100-07) menunjukkan tidak ada perbedaan konsep yang signifikan, sehingga dapat digunakan selaras dengan SNI lain yang mengacu pada standar Amerika. Beberapa modifikasi dilakukan pada SNI ini agar sesuai dengan kondisi di Indonesia, termasuk diantaranya mengenai pembebanan, gempa, dan lain-lain. Modifikasi selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran J.

Standar ini dapat digunakan sebagai pedoman perencanaan dan pelaksanaan struktur baja canai dingin di Indonesia. Keberadaan standar ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas konstruksi baja canai dingin, sehingga bermanfaat bagi pelaku industri pada khususnya dan masyarakat Indonesia pada umumnya.

Standar ini disusun oleh Sub Panitia Teknis (SPT) Bahan, Sains, Struktur dan Konstruksi Bangunan pada Panitia Teknis (PT) Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil. Standar ini telah dibahas dan disetujui oleh anggota SPT pada rapat konsensus tanggal 30 April 2012 di Bandung.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Struktur baja canai dingin

1 Ruang Lingkup

1.1 Ruang lingkup

Standar ini mengatur persyaratan minimum untuk mendesain komponen struktur yang dibentuk secara canai dingin dari bahan baja karbon atau *low-alloy* berbentuk lembaran, setrip, pelat, ataupun batangan dengan ketebalan tidak lebih dari 25 mm, serta digunakan untuk memikul beban pada bangunan gedung. Standar ini juga dapat digunakan untuk struktur-struktur selain bangunan gedung asalkan dilakukan penyesuaian-penyesuaian terhadap efek-efek dinamis.

Standar ini tidak berlaku untuk desain struktur terhadap kebakaran dan fraktur getas.

1.2 Acuan normatif

Dokumen-dokumen yang diacu oleh Standar ini dapat dilihat dalam Lampiran A yang merupakan bagian tak terpisahkan dari dokumen ini.

1.3 Definisi

Standar ini menggunakan definisi-definisi yang dicantumkan berikut ini. Definisi yang berlaku secara khusus untuk Pasal atau Bab tertentu juga diberikan di Pasal atau Bab tersebut.

1.3.1 Aksi (*Action*)

Sekumpulan gaya terpusat atau terdistribusi yang bekerja pada sebuah struktur (aksi langsung), atau deformasi dan *constraint* yang diberikan oleh struktur (aksi tak langsung).

1.3.2 Gaya dalam - efek internal dari aksi, efek beban (*Action effect*)

Gaya-gaya dalam yang terjadi karena aksi (resultan tegangan).

1.3.3 Elemen tekan lengkung (*Arched compression element*)

Sebuah elemen tekan yang melengkung membentuk lingkaran atau parabola yang memiliki rasio radius dalam terhadap ketebalan lebih besar dari 8, diperkaku pada kedua ujungnya oleh -pengaku tepi. (Lihat Gambar 1.3(d))

1.3.4 Rakitan elemen (*Assemblage of elements*)

Sebuah sistem yang terbentuk dari elemen-elemen baja canai dingin yang saling terkoneksi, yang bekerja bersama-sama untuk menahan beban gempa sedemikian rupa sehingga kapasitas kekuatan dan deformasi sistem tidak dipengaruhi oleh tekuk atau lipat dari salah satu elemen dari rakitan tersebut.

1.3.5 Bengkokan (*Bend*)

Bagian lengkung yang berdampingan dengan elemen rata yang memiliki rasio radius dalam terhadap ketebalan (r_i / t) maksimum, sebesar 8. (Lihat Gambar 1.1)

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

1.3.6 Komponen struktur terbreising (*Braced member*)

Komponen struktur yang perpindahan transversal dari salah satu ujungnya tergantung ujung yang lain.

1.3.7 Dapat (*Can*)

Berarti kemampuan atau kemungkinan dan merujuk kepada kemampuan dari pengguna Standar, atau sebuah kemungkinan yang ada, atau mungkin terjadi.

1.3.8 Prinsip-prinsip desain kapasitas (*Capacity design principles*)

Standar desain material dan aturan pendetailan yang memungkinkan untuk mengidentifikasi daerah dimana respons pasca-elastis dapat diterima dan dilakukan pendetailan yang diperlukan agar daerah-daerah ini mampu untuk menerima kebutuhan inelastik yang disyaratkan.

CATATAN Daerah yang lain juga harus didesain agar tidak mengalami respons inelastis yang tidak dikehendaki dan didetail agar dapat menahan deformasi horizontal pada kondisi batas ultimit tanpa ada pengurangan kapasitas terhadap beban ultimit (misalnya lebih besar dari 20%) setelah terjadi empat siklus penuh pembebanan berulang.

1.3.9 Faktor reduksi kapasitas (*Capacity reduction factor*)

Sebuah faktor yang harus dikalikan dengan kapasitas nominal untuk mendapatkan kapasitas desain.

1.3.10 *Clinching*

Sambungan struktural dari dua elemen rata atau lebih melalui embos titik tunggal atau menembus (*piercing*) tanpa menggunakan material tambahan.

1.3.11 Komponen struktur baja canai dingin (*Cold-formed steel structural members*)

Bentuk-bentuk yang dibuat dengan pons yang dipotong dari lembaran, gulungan atau pelat, atau dengan pembentukan gulungan dan lembaran gilas dingin dan panas; kedua proses pembentukan di atas dilakukan pada suhu ruangan, tanpa adanya pemanasan seperti yang dilakukan pada proses pembentukan dalam canai panas.

1.3.12 Metode kekuatan langsung (*Direct design method*)

Sebuah metode desain alternatif yang memberikan prediksi ketahanan komponen struktur tanpa menggunakan lebar efektif.

1.3.13 Efek aksi desain (*Design action effect*)

Efek aksi yang dihitung dari nilai desain dari aksi-aksi atau beban-beban desain.

1.3.14 Kapasitas desain (*Design capacity*)

Hasil perkalian antara faktor reduksi kapasitas dengan kapasitas nominal.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

1.3.15 Tekuk distorsi (*Distortional buckling*)

Sebuah ragam tekuk yang melibatkan perubahan bentuk penampang, tidak termasuk tekuk lokal.

1.3.16 Penampang simetris ganda (*Doubly-symmetric section*)

Sebuah penampang yang simetris terhadap dua sumbu tegak lurus melalui titik beratnya. (Lihat Gambar 1.5(a).)

1.3.17 Lebar desain efektif (*Effective design width*)

Lebar efektif atau lebar desain efektif adalah lebar rata dari suatu elemen yang telah dikurangi untuk kepentingan desain.

1.3.18 Elemen (*Elements*)

Bentuk-bentuk sederhana yang membentuk batang struktural canai dingin dan dapat berupa bentuk-bentuk berikut ini:

(a) Elemen rata : Pada penampang persegi. (Lihat Gambar 1.2)

(b) Bengkokan : Merupakan bagian penampang yang memiliki rasio radius dalam terhadap ketebalan kurang dari atau sama dengan delapan ($r_i / t \leq 8$). (Lihat Gambar 1.2)

(c) Elemen lengkung : Merupakan bagian penampang yang memiliki rasio radius dalam terhadap ketebalan lebih dari delapan ($r_i / t > 8$). (Lihat Gambar 1.2)

1.3.19 Lebar Pasokan (w_f) (*Feed width*)

Lebar baja rata atau gulungan yang digunakan dalam proses produksi baja canai dingin.

1.3.20 Tekuk lentur-torsi (*Flexural-torsional buckling*)

Ragam tekuk dimana komponen struktur tekan dapat melentur dan memuntir tanpa adanya perubahan bentuk penampang.

1.3.21 Panjang - dari sebuah komponen struktur tekan (*Length – of a compression member*)

Panjang aktual (l) dari sebuah komponen struktur tekan yang menerima beban aksial, diambil sebagai jarak antartumpuan, atau panjang kantilever dalam kasus komponen struktur yang tertumpu bebas.

1.3.22 Kondisi batas (*Limit states*)

Kondisi dimana setelah kondisi tersebut struktur sudah tidak lagi memenuhi kriteria desain.

CATATAN Kondisi batas memisahkan antara kondisi yang diinginkan (memenuhi kriteria) dengan kondisi yang tidak diinginkan (tidak memenuhi kriteria).

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

1.3.23 Kondisi batas layan (*Limit states, serviceability*)

Kondisi dimana struktur atau elemen struktur sudah tidak memenuhi kriteria layan.

1.3.24 Kondisi batas stabilitas (*Limit states, stability*)

Kondisi dimana struktur tidak memiliki kesetimbangan statis sebagai benda kaku.

1.3.25 Kondisi batas ultimit (*Limit states, ultimate*)

Kondisi dimana struktur mengalami kegagalan, atau bentuk kegagalan lainnya.

CATATAN Kondisi ini biasanya berhubungan dengan ketahanan maksimum sebuah struktur atau elemen struktur dalam menerima beban, tetapi dalam beberapa kasus berhubungan dengan regangan atau deformasi maksimum yang dapat terjadi.

1.3.26 Beban (*Load*)

Gaya yang menimbulkan aksi.

1.3.27 Tekuk lokal (*Local buckling*)

Ragam tekuk yang melibatkan lentur pelat setempat tanpa deformasi transversal dari garis atau garis-garis perpotongan pelat-pelat yang berhubungan.

1.3.28 Boleh (*May*)

Menunjukkan adanya sebuah pilihan.

1.3.29 Elemen dengan pengaku majemuk (*Multiple-stiffened element*)

Sebuah elemen dengan pengaku pada pelat badannya menggunakan pengaku antara yang searah dengan arah tegangan. (lihat Gambar 1.3(c))

1.3.30 Gaya dalam nominal atau beban nominal (*Nominal action effect or nominal load*)

Sebuah gaya dalam tak terfaktor atau beban yang ditentukan sesuai dengan Standar pembebanan yang berlaku.

1.3.31 Kapasitas nominal (*Nominal capacity*)

Kapasitas komponen struktur atau sambungan, yang dihitung menggunakan parameter-parameter yang ditentukan dalam Standar ini.

1.3.32 Dimensi nominal (*Nominal dimension*)

Dimensi yang sesuai dengan spesifikasi manufaktur.

1.3.33 Penampang simetris titik (*Point-symmetric section*)

Penampang yang simetris terhadap sebuah titik (titik berat) seperti penampang Z yang memiliki pelat-pelat sayap yang sama. (Lihat Gambar 1.5(b))

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

1.3.34 Struktur primer (*Primary structure*)

Sistem struktur yang berfungsi memikul beban-beban gempa yang terjadi.

1.3.35 Uji pembuktian (*Proof testing*)

Pengujian beban pada sebuah struktur, substruktur, komponen struktur atau sambungan, khusus untuk mengetahui karakteristik struktur dari objek yang diuji tersebut terhadap beban yang diujikan.

1.3.36 Uji prototipe (*Prototype testing*)

Pengujian beban pada satu atau lebih struktur, substruktur, komponen struktur atau sambungan, untuk memastikan karakteristik struktur dari kelas/kelompok struktur, substruktur, batang atau sambungan yang secara nominal identik dengan unit-unit yang diuji.

1.3.37 Sobek (*Pull-over/pull-through*)

Kegagalan pada satu titik sambungan dimana lembaran baja tertarik keluar melewati kepala alat penyambung atau kepala alat penyambung tertarik menembus lembaran baja.

1.3.38 Cabut (*Pull-out*)

Kegagalan pada satu titik sambungan dimana bagian alat penyambung yang terbenam dalam lembaran baja, tercabut keluar dari komponen struktur.

1.3.39 Segmen - pada komponen struktur yang menerima lentur (*Segment – in a member subjected to bending)*

Panjang antara penampang-penampang yang bersebelahan, yang dikekang secara penuh atau sebagian, atau panjang antara statu ujung yang tidak dikekang dengan penampang di sebelahnya yang dikekang secara penuh atau sebagian.

1.3.40 Harus (*Shall*)

Menunjukkan bahwa pernyataan tersebut merupakan keharusan.

1.3.41 Seharusnya (*Should*)

Menunjukkan suatu rekomendasi (bukan keharusan).

1.3.42 Alat pengencang satu titik (*Single-point fastener*)

Sambungan mekanis pada suatu titik seperti baut atau paku keling.

1.3.43 Penampang simetris tunggal (*Singly-symmetric section*)

Penampang simetris hanya pada satu sumbu yang melalui titik beratnya (Lihat Gambar 1.5(c))

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

1.3.44 Studi khusus (*Special study*)

Suatu prosedur analisis atau desain struktur, atau keduanya, yang disetujui oleh pihak yang berwenang dan perencana struktur untuk mengontrol desain dan pelaksanaan struktur.

1.3.45 Elemen tekan dengan pengaku atau diperkaku sebagian (*Stiffened or partially stiffened compression element*)

Sebuah elemen tekan rata (sayap tekan dari komponen struktur lentur atau pelat badan/ sayap dari komponen struktur tekan) dimana kedua tepi sejajar yang searah tegangan diperkaku oleh suatu pelat badan, sayap, pengaku tepi, pengaku antara, atau semacamnya. (Lihat Gambar 1.3(a))

1.3.46 Pengaku (*Stiffeners*)

1.3.46.1 Pengaku tepi (*Edge stiffener*)

Elemen bentukan pada bagian tepi dari elemen tekan rata. (Lihat Gambar 1.4(a))

1.3.46.2 Pengaku antara (*Intermediate stiffeners*)

Elemen bentukan, diberikan pada segmen-segmen dengan pengaku majemuk, dan terletak di antara tepi-tepi elemen-elemen yang diperkaku. (Lihat Gambar 1.4(b))

1.3.47 Faktor daktilitas struktur (*Structural ductility factor*)

Faktor yang menunjukkan tingkat kemampuan struktur dalam menahan perpindahan siklik inelastis.

1.3.48 Faktor kinerja struktur (*Structural performance factor*)

Faktor yang menunjukkan tingkat kemampuan struktur dalam menahan perpindahan siklik.

1.3.49 Faktor respons struktur (*Structural rensponse factor*)

Tingkat reduksi gaya yang ada pada sebuah sistem dibandingkan dengan sistem struktur elastis.

1.3.50 Subelemen (*Sub-element*)

Bagian di antara pengaku-pengaku yang bersebelahan, atau di antara pelat badan dan pengaku antara, atau di antara tepi dan pengaku.

1.3.51 Kekuatan tarik (*Tensile strength*)

Kekuatan tarik ultimit minimum yang disyaratkan untuk mutu baja sesuai dengan standar yang berlaku.

1.3.52 Ketebalan (*Thickness*)

Ketebalan bahan baja dasar (t), tidak termasuk bahan pelapis.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

1.3.53 Baja yang belum dibentuk (*Unformed steel*)

Produk baja yang diterima dari produsen atau gudang penyimpanan sebelum dikerjakan secara canai dingin sebagai bagian dari proses fabrikasi.

1.3.54 Properti baja yang belum dibentuk (*Unformed steel properties*)

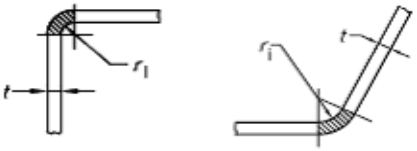
Properti mekanis dari baja belum dibentuk, seperti tegangan leleh, kekuatan tarik dan daktilitas.

1.3.55 Elemen tekan tanpa pengaku (*Unstiffened compression element*)

Elemen tekan rata yang diperkaku hanya pada satu sisi yang sejajar terhadap arah tegangan. (Lihat Gambar 1.3(b))

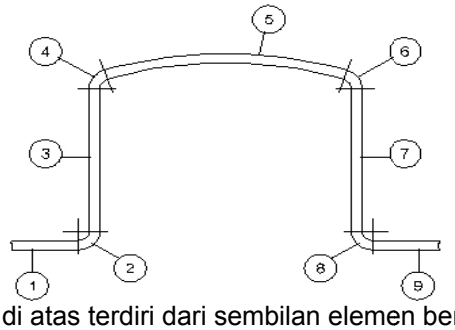
1.3.56 Tegangan leleh (*Yield stress*)

Tegangan tarik leleh minimum yang disyaratkan untuk mutu baja sesuai dengan standar yang berlaku.



$$\frac{r_i}{t} \le 8$$

Gambar 1.1 - Bengkokan

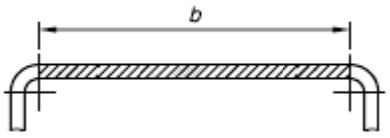


CATATAN Komponen struktur di atas terdiri dari sembilan elemen berikut ini:

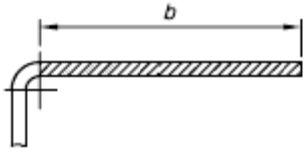
a. Elemen 1, 3, 7, 9 adalah elemen-elemen rata.
b. Elemen 2, 4, 6, 8 adalah elemen bengkokan ($r_i / t \le 8$).
c. Elemen 5 adalah elemen lengkung ($r_i / t > 8$).

Gambar 1.2 - Elemen-elemen

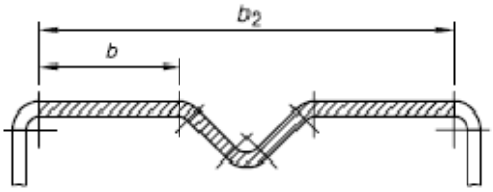
"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"



(a) Elemen tekan dengan pengaku

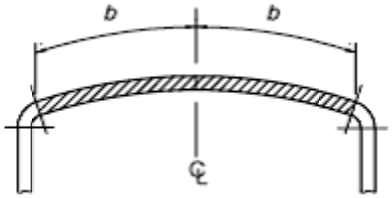


(b) Elemen tekan tanpa pengaku



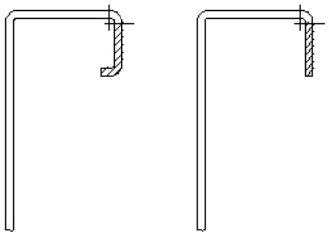
Satu atau lebih pengaku antara

(c) Elemen dengan banyak pengaku

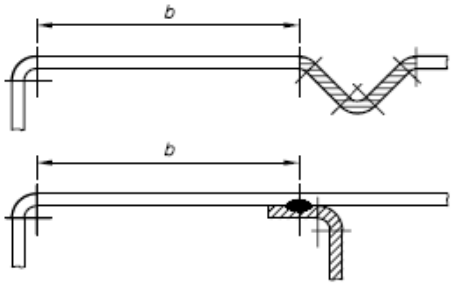


(d) Elemen tekan lengkung

Gambar 1.3 - Bentuk-bentuk pengaku

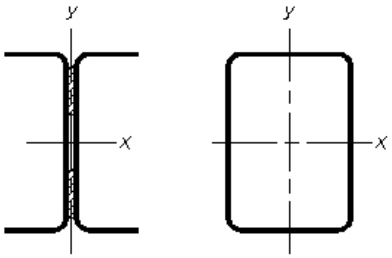


(a) Pengaku tepi

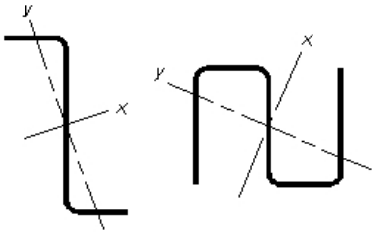


(b) Pengaku antara

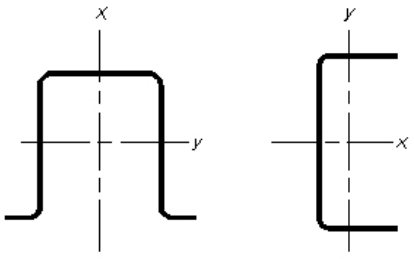
Gambar 1.4 – Pengaku



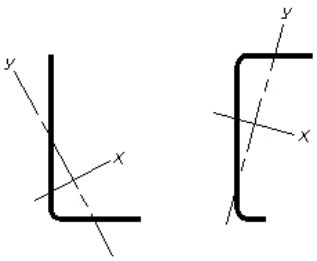
(a) Penampang simetris ganda



(b) Penampang simetris titik



(c) Penampang simetris tunggal (monosimetris)



(d) Penampang nonsimetris (asimetris)

Gambar 1.5 - Contoh-contoh simetri penampang

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

1.4 Notasi

Simbol-simbol yang digunakan dalam Standar ini dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Rasio-rasio yang tidak berdimensi, baik pembilang maupun penyebut dinyatakan dalam satuan yang sama. Dimensi satuan panjang dan tegangan untuk semua rumus atau persamaan dinyatakan dalam milimeter (mm) dan megapaskal (MPa), kecuali dinyatakan lain. Notasi asteris yang diletakkan setelah simbol menyatakan efek aksi desain akibat beban desain dalam kondisi batas ultimit.

Tabel 1.4 Notasi

Simbol	Deskripsi	Acuan pasal
A_c	Luas diameter minor satu baut	5.3.5.1
A_e	Luas efektif pengaku tumpu yang menerima tegangan tekan merata; atau Luas efektif saat tegangan leleh (f_y) untuk menghitung N_s ; atau luas efektif saat tegangan kritis (f_n) untuk menghitung N_c	3.3.8.2, 3.4.1, 3.6.3
A_g	Luas bruto elemen termasuk pengaku-pengaku; atau luas kotor penampang	2.6.1, 3.2.2
A_{gt}	Luas bruto akibat tarik pada keruntuhan geser blok	5.6.3
A_{gv}	Luas bruto akibat geser pada keruntuhan geser blok	5.6.3
A_n	Luas neto penampang atau Luas neto bagian tersambung	3.2.2, 5.3.3, 5.4.2.2, 5.5.2.2
A_{nt}	Luas neto akibat tarik pada keruntuhan geser blok	5.6.3
A_{nv}	Luas neto akibat geser pada keruntuhan geser blok	5.6.3
A_o	Luas tereduksi akibat tekuk lokal; atau Luas penampang baut tanpa ulir	3.6.3, 5.3.5.1
A_s	Luas tereduksi pengaku; atau Luas bruto pengaku; atau Luas penampang pengaku transversal; atau Luas tegangan tarik satu baut	2.5.2, 2.6.2.1, 3.3.8.1, 5.3.5.2
A_{se}	Luas efektif pengaku	2.4.2, 2.5.2
A_{st}	Luas bruto pengaku geser	3.3.8.3
A_{s1} , A_{s2}	Luas komponen struktur dalam tekan, terdiri dari pengaku transversal dan sebagian pelat badan	3.3.8.1
A_{wn}	Luas neto pelat badan	5.6.1
a	Interval breising; atau Panjang panel geser untuk elemen-elemen pelat badan tanpa pengaku; atau Jarak antara pengaku-pengaku transversal untuk elemen-elemen pelat badan dengan pengaku; atau Jarak antara garis tengah breising-breising	3.3.3.2.1, 3.3.4.1, 3.3.8.3, 4.3.3.4

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

B_c	Konstanta	1.5.1.2
b	Lebar rata elemen tidak termasuk lengkungan; atau panjang lubang pelat badan; atau lebar rata elemen tidak termasuk pojoknya atau bengkokan; atau setengah dari panjang elemen tekan lengkung	2.2.1.2, 2.2.4.1, 2.5.2, 3.3.5, 4.1.2

Tabel 1.4 Notasi (lanjutan)

Simbol	Deskripsi	Acuan pasal
b_e	Lebar efektif elemen yang menerima beban tekan merata, baik dengan maupun tanpa pengaku, untuk menentukan kapasitas	2.2.1.2, 2.2.2.2, 2.2.3.2, 2.3.1.2, 2.3.1.3, 2.3.2.2, 2.3.2.3, 2.4.2, 2.4.3, 2.5.3, 2.6.1, 2.6.2.2, 2.7
b_{ed}	Lebar efektif elemen yang menerima beban tekan merata, baik dengan maupun tanpa pengaku, untuk menentukan defleksi	2.2.1.3, 2.2.2.3
b_{e1}, b_{e2}	Lebar efektif elemen dengan pengaku dengan tegangan tidak merata	2.2.3.2, 2.2.3.3
b_f	Lebar sayap dari penampang kanal atau Z	3.4.7, 4.3.3.3
B_o	Lebar rata total dari elemen dengan pengaku	2.6.1, 2.6.2.1
B_p	Lebar rata terbesar dari subelemen	2.6.3.1
b_1	Lebar sayap diukur dari pelat badan untuk balok I dan penampang yang sejenis; atau setengah jarak antara pelat badan untuk penampang boks atau U; atau jumlah dari lebar sayap diukur dari pelat badan dan tinggi lip untuk balok I dan penampang yang sejenis; atau lebar elemen dengan pengaku	2.1.3.2, 2.1.3.3, 2.3.2.2
b_2	Lebar elemen tanpa pengaku; atau lebar rata elemen dengan pengaku antara tidak termasuk lengkungan; atau lebar rata total dari elemen dengan pengaku tepi	2.3.2.2, 2.5.2, 2.7
C	Untuk komponen struktur tekan, rasio luas penampang bengkokan total dan luas penampang total; dan untuk komponen struktur lentur, rasio luas penampang bengkokan total dari sayap yang menentukan dan luas penampang total dari sayap yang menentukan; atau koefisien; atau faktor tumpu	1.5.1.2, 3.3.6.2, 5.3.4.2, 5.4.2.3
C_b	Koefisien yang tergantung pada distribusi momen pada segmen yang tidak dibreising lateral	3.3.3.2.1

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

C_i	Jarak horizontal dari tepi elemen ke garis tengah pengaku	2.6.3.1
C_{TF}	Koefisien untuk momen ujung yang tidak sama	3.3.3.2.1, 3.5.1
C_l	Koefisien panjang tumpu	3.3.6.2
C_{ms}	Koefisien yang digunakan untuk menentukan N_{ib}^* untuk sistem bentang majemuk dengan pengekang di tengah bentang	4.3.3.3
C_{mx} , C_{my}	Koefisien untuk momen ujung yang tidak sama	3.5.1
C_r	Koefisien radius dalam dari suatu bengkokan	3.3.6.2

Tabel 1.4 Notasi (lanjutan)

Simbol	Deskripsi	Acuan pasal
C_s	Koefisien untuk momen yang menimbulkan tekan atau tarik pada sisi pusat geser dari titik berat	3.3.3.2.1
C_{th}	Koefisien untuk menentukan N_{ib}^* untuk sistem bentang majemuk dengan pengekang di sepertiga bentang	4.3.3.3
C_{tr}	Koefisien untuk menentukan N_{ib}^* untuk sistem bentang majemuk dengan pengekang di tumpuan	4.3.3.3
C_w	Koefisien kelangsingan pelat badan	3.3.6.2
C_y	Faktor regangan tekan	3.3.2.3
c_f	Besar keritingan (*curling*)	2.1.3.2
d	Tinggi penampang; atau dimensi pengaku aktual	2.1.3.2, Gambar 2.4.2(a), 3.3.6.3, 3.4.7
d_a	Diameter rata-rata dari las busur *spot* pada ketebalan tengah t_c ;atau lebar rata-rata las busur *seam*	5.2.4.2, 5.2.5.2
d_e	Diameter efektif dari daerah fusi dari las busur *spot*; atau lebar efektif las busur *seam* pada permukaan fusi	5.2.4.1, 5.2.4.2, 5.2.5.2
d_f	Diameter nominal baut, sekrup, paku keling	Tabel 5.3.1, 5.3.2, 5.3.4.2, 5.4.1, 5.4.2.1, 5.4.2.2, 5.4.2.3, 5.5.1, 5.5.2.1, 5.5.2.2, 5.5.2.3
d_h	Diameter lubang	2.2.2.2, Tabel 5.3.1, 5.3.2, 5.6.1
d_l	Dimensi pengaku aktual; atau tinggi total *lip*	Gambar 2.4.2(a)
d_o	Diameter luar komponen struktur berbentuk tabung	3.6.1, 3.6.2
d_s	Lebar efektif tereduksi dari pengaku; atau Dimensi pengaku efektif	Gambar 2.4.2(b)
d_{se}	Lebar efektif pengaku; atau Dimensi pengaku efektif	Gambar 2.4.2(b)
d_{sh}	Diameter nominal bagian baut tak berulir	Gambar F1, Lampiran F

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

d_w	Tinggi bagian pelat badan yang mengalami tekan; atau Diameter yang terlihat dari permukaan luar las busur *spot*; atau lebar las busur *seam*; atau kepala sekrup atau diameter ring	3.3.2.3, 5.2.4.2, 5.2.5.2, 5.4.3.2
d_{wc}	Tinggi pelat badan tanpa lengkungan	5.6.1
d_{wh}	Tinggi lubang pelat badan	2.2.4.1, 3.3.4.2
d_1	Tinggi bagian rata pelat badan diukur sepanjang bidang pelat badan; atau lebar elemen-elemen di sebelah elemen dengan pengaku	2.1.3.4, 2.2.4.1, 2.6.1, 3.3.4.1, 3.3.4.2, 3.3.6.2
E	Modulus elastisitas Young (200 x 10^3 MPa)	2.2.1.2, 3.3.2.3, 5.2.4.2

Tabel 1.4 Notasi (lanjutan)

Simbol	Deskripsi	Acuan pasal
e	Jarak tepi diukur pada garis gaya dari garis tengah las arc spot, las arc seam atau dari pusat lubang baut, ke tepi terdekat las atau lubang baut di sebelahnya atau ke ujung bagian tersambung; atau jarak yang diukur pada garis gaya dari pusat lubang standar ke ujung terdekat dari bagian tersambung	5.2.4.3, 5.2.5.3, 5.3.2, 5.4.2.4, 5.5.2.4
e_y	Regangan leleh	3.3.2.3
F_p^*	Beban desain vertikal yang ditahan oleh semua barisan gording yang dikekang	4.3.3.3
f_c	Tegangan beban layan pada pelat penutup atau lembaran; atau kekuatan fatik terkoreksi untuk ketebalan bahan	4.1.2, 6.1.3
f_{cr}	Tegangan tekuk elastis pelat	2.2.1.2, 3.4.2
f_f	Kekuatan fatik tak terkoreksi	6.1.3
f_n	Tegangan kritis	3.3.8.1, 3.4.1, 3.6.3
f_{oc}	Tegangan tekuk lentur, torsi, dan lentur-torsi elastis	3.4.1, 3.4.2, 3.4.3, 3.6.3
f_{od}	Tegangan tekuk distorsi elastis dari penampang	3.3.3.3, Paragraf D1, D2, D3, Lampiran D
f_{ox}	Tegangan tekuk elastis pada komponen struktur tekan yang dibebani secara aksial untuk tekuk lentur terhadap sumbu x	3.3.3.2.1
f_{oy}	Tegangan tekuk elastis pada komponen struktur tekan yang dibebani secara aksial untuk tekuk lentur terhadap sumbu y	3.3.3.2.1
f_{oz}	Tegangan tekuk elastis pada komponen struktur tekan yang dibebani secara aksial untuk tekuk torsi	3.3.3.2.1, 3.4.3
f_{rn}	Kekuatan fatik acuan kategori detail untuk tegangan normal n_r	6.1.3
f_{rnc}	Kekuatan fatik acuan kategori detail terkoreksi untuk tegangan normal	6.1.3
f_{rs}	Kekuatan fatik acuan kategori detail untuk tegangan geser n_r	6.1.3

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

f_{rsc}	Kekuatan fatik acuan kategori detail terkoreksi untuk tegangan geser	6.1.3
f_u	Kekuatan tarik yang digunakan dalam desain; atau Kekuatan tarik lembaran	1.5.1.1, 1.5.1.4, 1.5.1.6, 1.5.2, 3.2.2, 5.3.4.2
f_{uf}	Kekuatan tarik minimum satu baut	5.3.5.1
f_{uv}	Kekuatan tarik untuk baja belum dibentuk	1.5.1.2
f_{uw}	Kekuatan tarik nominal untuk logam las	5.2.2.2, 5.2.3.4
f_{u1}	Kekuatan tarik yang digunakan untuk desain pelat yang tersambung dengan ketebalan t_1; atau Kekuatan tarik lembaran yang kontak dengan kepala sekrup atau dengan kepala paku keling	5.2.3.3, 5.4.2.3, 5.5.2.3

Tabel 1.4 Notasi (lanjutan)

Simbol	Deskripsi	Acuan pasal
f_{u2}	Kekuatan tarik yang digunakan untuk desain pelat yang tersambung dengan ketebalan t_2; atau Kekuatan tarik lembaran yang tidak kontak dengan kepala sekrup atau dengan kepala paku keling	5.2.3.3, 5.4.2.3, 5.5.2.3
f_y	Tegangan leleh yang digunakan dalam desain; atau Tegangan leleh dari pelat badan baja; atau Tegangan leleh dari pengaku; atau Tegangan leleh yang digunakan untuk medesain baja dasar yang mutunya rendah; atau Tegangan leleh tarik atau tekan	1.5.1.1, 1.5.1.4, 1.5.1.6, 1.5.2, 3.2.2, 3.3.2.3, 3.3.8.2, 5.2.2.1, 6.1.3, 8.1.3
f_{wy}	Tegangan leleh terendah dari pelat badan balok (f_y) atau dari penampang pengaku (f_{ys})	3.3.8.1
f_{ya}	Tegangan leleh desain rata-rata untuk penampang utuh	1.5.1.2
f_{yc}	Tegangan leleh tarik dari bengkokan	1.5.1.2
f_{yf}	Tegangan leleh untuk bagian-bagian rata; atau Tegangan leleh untuk baja belum dibentuk jika tidak dilakukan pengujian; atau Tegangan leleh dari kupon rata dari komponen-komponen struktur yang terbentuk	1.5.1.2, 8.1.4.1
f_{ys}	Tegangan leleh dari baja pengaku	3.3.8.1
f_{yv}	Tegangan leleh tarik dari baja belum dibentuk	1.5.1.2
f_3	Kekuatan fatik acuan kategori detail untuk batas fatik amplitudo konstan (5 x 10^6 siklus)	6.1.3
f_{3c}	Kekuatan fatik acuan kategori detail terkoreksi untuk batas fatik ampitudo konstan	6.1.3
f_5	Kekuatan fatik kategori detail untuk batas pemotongan (10^8 siklus)	6.1.3
f_{5c}	Kekuatan fatik kategori detail terkoreksi batas pemotongan (10^8 siklus)	6.1.3

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

f^*	Tegangan desain pada elemen tekan yang dihitung berdasarkan lebar desain efektif; atau Rentang tegangan desain	2.2.1.2, 2.4.2, 6.1.3
f^*_{av}	Tegangan desain rata-rata pada lebar sayap utuh, tanpa reduksi	2.1.3.2
f^*_d	Tegangan tekan desain pada elemen yang ditinjau, berdasarkan penampang efektif pada saat pembebanan untuk menghitung defleksi	2.2.1.3, 2.2.2.3, 2.6.2.2, 2.6.3.2
f^*_{d1}	Tegangan terhitung f^*_1	2.2.3.3
f^*_{d2}	Tegangan terhitung f^*_2	2.2.3.3
f^*_i	Rentang tegangan desain untuk pembebanan i	6.1.3

Tabel 1.4 Notasi (lanjutan)

Simbol	Deskripsi	Acuan pasal
f^*_1 , f^*_2	Tegangan pada pelat badan yang dihitung berdasarkan penampang efektif sesuai dengan Pasal 2.2.3.2 atau penampang utuh sesuai dengan Lampiran F	2.2.3.2, 2.3.2.2
G	Modulus elastisitas geser (80 x 10^3 MPa)	3.3.3.2.1
I_a	Momen inersia pengaku yang cukup, sehingga setiap elemen komponen struktur berperilaku sebagai elemen dengan pengaku	2.4.2, 2.5.2
I_b	Momen inersia dari penampang utuh, tak tereduksi terhadap sumbu lentur	3.5.1
I_{eff}	Momen inersia efektif untuk defleksi	7.1.4
I_g	Momen inersia bruto	7.1.4
$I_{min.}$	Momen inersia minimum	2.8
I_s	Momen inersia dari pengaku utuh terhadap sumbu titik beratnya yang sejajar dengan elemen yang akan diperkaku	2.4.2, 2.5.2
I_{sp}	Momen inersia dari pengaku terhadap garis tengah bagian rata elemen	2.6.2.1
I_w	Konstanta pilin untuk penampang	3.3.3.2.1, Paragraf E1, Lampiran E
I_x , I_y	Momen inersia penampang terhadap sumbu utama x dan y	3.3.3.2.1, 4.3.3.4
$I_{x'}$	Momen inersia penampang terhadap sumbu titik beratnya, tegak lurus terhadap pelat badan	4.3.3.4
$I_{x'y'}$	Produk inersia sumbu utama mayor dan minor, sejajar dan tegak lurus terhadap pelat badan	4.3.3.4

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

I_{yc}	Momen inersia bagian tekan dari sebuah penampang terhadap sumbu titik berat dari penampang utuhnya, sejajar terhadap pelat badan, menggunakan penampang utuh tanpa reduksi	3.3.3.2.1
i	Indeks untuk pengaku 'i'	2.6.3.1
J	Konstanta torsi untuk penampang	3.3.3.2.1, Paragraf E1, Lampiran E
k	Koefisien tekuk pelat; atau tegangan leleh tak berdimensi	2.2.1.2, 2.3.2.2, Tabel 2.4.2, 2.5.2, 2.6.1
k_d	Koefisien tekuk pelat untuk tekuk distorsi	2.6.1
k_f	Variasi populasi total akibat fabrikasi	8.2.2
k_{loc}	Koefisien tekuk pelat untuk tekuk subelemen lokal	2.6.1
k_m	Variasi total populasi karena bahan	8.2.2
k_s	Koefisien pengaku geser	3.3.8.3
k_{st}	Koefisien tipe pengaku	3.3.8.2

Tabel 1.4 Notasi (lanjutan)

Simbol	Deskripsi	Acuan pasal
k_t	Faktor koreksi untuk distribusi gaya; atau faktor untuk merepresentasikan variasi unit-unit struktur	3.2.2, Tabel 3.2 dan 8.2.3
k_v	Koefisien tekuk geser	3.3.4.1, 3.3.8.3
k'	Koefisien untuk menentukan N^*_{ib} dimana tidak ada sayap yang dihubungkan ke lembaran dengan atau tanpa alat pengencang yang tersembunyi	4.3.3.4
l	Panjang aktual komponen struktur tekan; atau Panjang bentang penuh balok bertumpuan sederhana; atau Jarak antara titik balik momen pada balok menerus; atau Dua kali panjang balok kantilever; atau Panjang komponen struktur yang tidak dibreising; atau Panjang komponen struktur yang tidak dibreising secara lateral; atau panjang komponen struktur	1.3.21, 2.1.3.3, 3.3.3.2.1, 3.3.3.2.2, 4.1.1, 4.3.3.3, 6.1.3
l_a	Panjang lewatan	Gambar F1, Lampiran F
l_b	Panjang tumpu aktual	3.3.6.2, 3.3.6.3, 4.3.3.4
l_{br}	Panjang breising yang tidak dikekang atau pengekang lain yang menahan elemen dari tekuk distorsi	2.6.2.1
l_c	Panjang tak terjepit dari spesimen	Gambar F1, Lampiran F
l_e	Panjang efektif komponen struktur	3.4.2
l_{ex}, l_{ey}, l_{ez}	Tekuk efektif untuk lentur terhadap sumbu x dan y, serta torsi	3.3.3.2.1
l_{eb}	Panjang efektif pada bidang lentur	3.5.1

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

l_g	Panjang gauge untuk mengukur perpindahan joint	Gambar F1, Lampiran F
l_{st}	Panjang pengaku transversal	3.3.8.1
l_{sb}	Panjang pengaku tumpu	3.3.8.1
l_u	Batas panjang tanpa breising dimana tekuk torsi lateral tidak diperhitungkan	3.3.3.2.2
l_w	Panjang penuh las; atau panjang las sudut	5.2.2.1, 5.2.3.3, 5.2.3.4,5.2.5.2
l_{w1}, l_{w2}	Panjang kaki-kaki las sudut	5.2.3.4
M	Momen akibat beban nominal pada komponen struktur	7.1.4
M_b	Kapasitas momen komponen struktur nominal	2.2.1.2, 3.3.1, 3.3.3.1, 3.3.3.2.1, 3.3.3.2.2, 3.3.3.3, 3.3.3.4, 3.3.5, 3.6.2, 7.2.2.1
M_{bx}, M_{by}	Kapasitas momen komponen struktur nominal terhadap sumbu x dan y	3.5.1, 3.5.2
M_c	Momen kritis	3.3.3.2.1, 3.3.3.3

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Tabel 1.4 Notasi (lanjutan)

Simbol	Deskripsi	Acuan pasal
M_{bd}	Kapasitas komponen struktur nominal untuk tekuk distorsi	7.2.2.1, 7.2.2.4
M_{be}	Kapasitas komponen struktur nominal untuk tekuk torsi lateral	7.2.2.1, 7.2.2.2
M_{bl}	Kapasitas komponen struktur nominal untuk tekuk lokal	7.2.2.1, 7.2.2.3
M_{max}	Nilai mutlak dari momen maksimum pada segmen yang tidak dibreising	3.3.3.2.1
M_n	Kapasitas lentur nominal	7.1.4
M_o	Momen tekuk elastis; atau momen tekuk torsi lateral elastis	3.3.3.2.1, 7.2.2.2
M_{od}	Momen tekuk elastis pada ragam distorsi	3.3.3.3, 7.2.2.4
M_{ol}	Momen tekuk lokal elastis	7.2.2.3
M_s	Kapasitas momen penampang nominal	2.2.1.2, 3.3.1, 3.3.2.1, 3.3.2.2, 3.3.2.3, 3.3.3.5, 3.3.5, 3.3.7
M_{sxf} , M_{syf}	Kapasitas momen leleh penampang nominal dari penampang utuh terhadap sumbu x dan y	3.5.2
M_y	Momen yang menyebabkan leleh pertama pada serat tekan terluar dari penampang utuh	2.2.1.2, 3.3.3.2.1, 3.3.3.3
M_1	Nilai lentur yang lebih kecil dari momen lentur pada ujung dari sebuah panjang yang tidak dibreising	3.3.3.2
M_2	Nilai lentur yang lebih besar dari momen lentur pada ujung dari sebuah panjang yang tidak dibreising	3.3.3.2
M_3	Nilai mutlak momen pada seperempat bentang dari segmen yang tidak dibreising	3.3.3.2.1
M_4	Nilai mutlak momen pada setengah bentang dari segmen yang tidak dibreising	3.3.3.2.1
M_5	Nilai mutlak momen pada tiga per empat bentang dari segmen yang tidak dibreising	3.3.3.2.1
M^*	Momen lentur desain	3.3.1, 3.3.5, 3.3.7, 3.6.2, Paragraf B2, Lampiran B
M_x^* , M_y^*	Momen lentur desain terhadap sumbu x dan y	3.5.1, 3.5.2
m	Konstanta; atau Ketebalan tak berdimensi; atau Jarak dari pusat geser sebuah kanal ke bidang tengah pelat badannya; atau Jarak dari beban terpusat ke breising	1.5.1.2, 4.1.1, 4.3.3.4, Paragraph E1, Lampiran E
N_c	Kapasitas komponen struktur nominal dari komponen struktur dalam tekan	2.2.1.3, 3.3.8.1, 3.4.1, 3.4.7, 3.5.1, 7.2.1.1
N_{cd}	Kapasitas komponen struktur nominal untuk tekuk distorsi	7.2.1.1, 7.2.1.4
N_{ce}	Kapasitas komponen struktur nominal untuk lentur, tekuk torsi atau tekuk lentur-torsi	7.2.1.1, 7.2.1.2

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Tabel 1.4 Notasi (lanjutan)

Simbol	Deskripsi	Acuan pasal
N_{cl}	Kapasitas komponen struktur nominal untuk tekuk lokal	7.2.1.1, 7.2.1.3
N_e	Beban tekuk elastis	3.5.1
N_f	Kapasitas tarik nominal penampang dari bagian yang disambung	5.3.3
N_{ft}	Kapasitas tarik nominal baut	5.3.5.2
N_{oc}	Nilai terkecil dari beban tekuk kolom elastis dalam tekuk lentur, tekuk torsi, dan tekuk lentur-torsi	7.2.1.2
N_{od}	Beban tekuk distorsi elastis komponen struktur tekan	7.2.1.4
N_{o1}	Beban tekuk lokal elastis	7.2.1.3
N_{ou}	Kapasitas cabut nominal sekrup	5.4.3.2
N_{ov}	Kapasitas sobek nominal sekrup	5.4.3.2
N_s	Kapasitas penampang nominal dari komponen struktur tekan	2.2.1.2, 3.3.8.1, 3.4.1, 3.5.1
N_{sl}	Kapasitas aksial nominal untuk tekuk lokal	7.2.1.1
N_t	Kapasitas penampang nominal dari komponen struktur dalam tarik; atau kapasitas nominal sambungan dalam tarik; atau kapasitas penampang neto dari bagian tersambung	3.2.1, 3.5.2, 5.4.2.2, 5.4.3.2, 5.5.2.2
N_w	Kapasitas tarik atau tekan nominal dari las tumpul atau las busur *spot*	5.2.2.1, 5.2.4.4
N_v	Kapasitas leleh nominal dari komponen struktur tekan	7.2.1.2
N^*	Gaya aksial desain, tarik atau tekan; atau Beban terpusat desain atau reaksi	1.5.1.4, 3.2.1, 3.3.8.1, 3.4.1, 3.5.1, 3.5.2, 3.6.3, 4.1.1
N_f^*	Gaya tarik desain pada penampang neto dari bagian tersambung	5.3.3
N_{ft}^*	Gaya tarik desain pada baut	5.3.5.2, 5.3.5.3
N_{ib}^*	Gaya desain yang ditahan oleh breising tengah balok	4.3.3.3, 4.3.3.4
N_t^*	Gaya tarik desain pada penampang neto dari bagian yang disambung menggunakan sekrup atau paku keling	5.4.2.2, 5.4.3.2, 5.5.2.2
N_w^*	Gaya tarik atau tekan desain, normal terhadap luasan las tumpul atau las busur *spot*	5.2.2.1, 5.2.4.4
n	Eksponen	2.5.2
n_c	Jumlah pengaku sayap tekan	Tabel 7.1.2
n_h	Jumlah lubang pada bidang kritis	5.6.1
n_i	Jumlah siklus pembebanan nominal i, yang menghasilkan f_i^*	6.1.3
n_n	Jumlah bidang geser dengan ulir pada bidang geser	5.3.5.1
n_p	Jumlah barisan gording yang sejajar	4.3.3.3
n_r	Acuan jumlah siklus tegangan (2 x 10^6 putaran)	6.1.3

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Tabel 1.4 Notasi (lanjutan)

Simbol	Deskripsi	Acuan pasal
n_{sc}	Jumlah siklus tegangan	6.1.3
n_t	Jumlah pengaku sayap tarik	Tabel 7.1.2
n_w	Jumlah pengaku pelat badan/lipatan	Tabel 7.1.2
n_x	Jumlah bidang geser pada bagian tanpa ulir pada bidang geser	5.3.5.1
q	Intensitas beban desain pada balok	4.1.1
R	Faktor modifikasi untuk koefisien tekuk pelat distorsi; atau faktor reduksi; atau radius luar permukaan lengkung	2.6.1, 3.3.3.4, 3.3.3.5, 3.6.3, 5.2.6.2
R_b	Kapasitas nominal untuk beban atau reaksi terpusat untuk sebuah pelat badan solid yang menghubungkan sayap atas dan bawah	3.3.6.1, 3.3.6.2, 3.3.7
R_d	Kapasitas desain	1.6.3, 8.2.3
R_f	Faktor respons struktur	1.6.4.1
R_{min}	Nilai minimum hasil pengujian	8.2.3
R_n	Kapasitas nominal keruntuhan geser blok dari ujung balok atau sambungan komponen struktur tarik	5.6.3
R_u	Kapasitas nominal	1.5.1.4, 1.6.3
R_{wc}	Kapasitas lipat (*crippling*) pelat badan untuk komponen struktur lentur dengan penampang kanal	3.3.8.2
R^*	Beban atau reaksi terpusat desain yang terjadi bila ada momen lentur	3.3.6.1, 3.3.7
R_b^*	Beban atau reaksi terpusat desain	4.1.1
r	Radius girasi dari penampang utuh, tanpa reduksi; atau Radius garis tengah	3.4.2, Tabel 7.1.1
r_{cy}	Radius girasi sebuah kanal terhadap sumbu titik beratnya yang sejajar pelat badan	4.1.1
r_f	Rasio gaya yang diteruskan oleh baut atau sekrup, atau paku keling pada penampang yang ditinjau terhadap gaya tarik komponen struktur pada penampang tersebut	5.4.2.2, 5.5.2.2
r_i	Radius dalam bengkokan	1.5.1.2, 3.3.6.2
r_{oi}	Radius girasi polar penampang terhadap pusat geser	3.3.3.2.1, 3.4.3
r_x, r_y	Radius girasi penampang terhadap sumbu x dan y	3.3.3.2
r_1	Radius girasi penampang i terhadap sumbu yang tegak lurus terhadap arah tekuk untuk kondisi perletakan ujung dan breising antara	4.1.1

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Tabel 1.4 Notasi (lanjutan)

Simbol	Deskripsi	Acuan pasal
S	Faktor kelangsingan; atau Jarak alat pengencang dari garis tengah pelat badan dibagi dengan lebar sayap untuk penampang z; atau Lebar sayap dikurangi jarak alat pengencang dari garis tengah pelat badan dibagi dengan lebar sayap untuk penampang kanal; atau Jarak pada garis tegangan las, baut, paku keling yang menghubungkan pelat penutup, lembaran atau pengaku tidak terintegrasi dalam tekan terhadap elemen lain	2.4.2, 2.5.2, 2.7, 3.4.7, 4.1.2
S_e	Modulus penampang elastis penampang efektif yang dihitung saat serat tekan atau tarik terluar mengalami tegangan sebesar f_y	3.3.3.5
S_p	Faktor kinerja struktur	1.6.4.2.4
S^*	Gaya dalam desain [aksi desain]	5.6.3
s	Jarak pengencang dari garis tengah pelat badan dibagi dengan lebar sayap untuk penampang Z	3.4.7, 4.1.2
s_f	Jarak baut, sekrup atau paku keling tegak lurus garis gaya; atau lebar lembaran, pada kasus baut, sekrup, atau paku keling tunggal	5.3.3, 5.4.2.2, 5.5.2.2
s_g	Jarak vertikal antara dua baris sambungan terdekat ke sayap atas dan bawah; atau gauge, jarak diukur dengan sudut yang tepat ke arah aksi desain pada komponen struktur, dari pusat-ke-pusat lubang-lubang yang berbaris lurus	4.1.1, 5.3.1
s_{max}	Jarak longitudinal maksimum las atau alat penyambung lain yang menghubungkan dua kanal untuk membentuk sebuah penampang i	4.1.1
s_p	Jarak proyeksi lubang selang-seling dalam arah gaya.	5.3.1, Gambar 5.3.1(A)
s_w	Jarak las	4.1.1
t	Tebal baja dasar nominal dari elemen atau penampang tidak termasuk bahan pelapis; atau Tebal elemen dengan pengaku yang menerima tekan merata;atau Tebal dasar pelat badan balok; atau Tebal penampang kanal atau z; atau Tebal pelat penutup atau lembaran; atau Tebal tertipis dari bagian tersambung; atau Tebal elemen; atau Tebal lembaran terluar yang tertipis; atau Tebal bagian tersambung; atau Tebal bahan yang dilubangi; atau Tebal logam dasar; atau Tebal bagian yang jarak ujungnya diukur; atau Tebal pelat badan tanpa lengkungan	1.3.52, 2.1.3.1, 2.2.1.2, 2.6.1, 3.3.8.1, 3.4.7, 4.1.2, 4.3.3.3, 5.2.4.3, 5.2.5.2, 5.2.7, 5.3.1, 5.3.2, 5.3.4.2, 5.4.2.4,5.5.2.4, 5.6.1

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Tabel 1.4 Notasi (lanjutan)

Simbol	Deskripsi	Acuan pasal
t_c	Tebal total baja dasar kombinasi (tidak termasuk bahan pelapis) dari lembaran-lembaran yang mengalami transfer geser	5.2.4.2
t_f	Tebal sayap	2.1.3.2
t_c	Tebal pelat	6.1.3
t_s	Tebal pengaku	3.3.8.1
t_t	Tebal desain dari las tumpul	5.2.2.1, 5.2.3.4, 5.2.6.2
t_w	Tebal pelat badan	2.1.3.4, 3.3.4.1, 3.3.6.2, 3.3.7
t_1	Tebal pelat penyambung dengan kekuatan tarik f_{u1}; atau tebal lembaran yang kontak dengan kepala sekrup atau kepala paku keling	5.2.3.3, 5.4.2.3, 5.5.2.3
t_2	Tebal pelat penyambung dengan kekuatan tarik f_{u2}; atau Tebal lembaran yang tidak kontak dengan kepala sekrup atau kepala paku keling	5.2.3.3, 5.4.2.3, 5.5.2.3
V_b	Kapasitas tumpu nominal dari bagian tersambung	5.3.4.2, 5.3.4.3, 5.4.2.3, 5.5.2.3
V_f	Kapasitas geser nominal dari bagian tersambung sepanjang dua garis sejajar pada arah gaya yang bekerja	5.3.2
V_{fv}	Kapasitas geser nominal baut atau sekrup	5.3.5.1, 5.4.2.1, 5.5.2.1
V_n	Kapasitas geser nominal las arc seam atau sambungan ujung balok	5.2.5.2, 5.6.1
V_{sc}	Koefisien variasi karakteristik struktural	8.2.2, Tabel 8.2.3
V_v	Kapasitas geser nominal pelat badan	3.3.4.1, 3.3.4.2, 3.3.5
V_w	Kapasitas geser nominal las tumpul, las sudut, las busur *spot*, las pijar atau las *resistance*; atau Gaya geser nominal yang diteruskan oleh las	5.2.2.2, 5.2.3.1, 5.2.4.2, 5.2.4.3, 5.2.6.2, 5.2.7
V^*	Gaya geser desain	3.3.2.3, 3.3.4.1, 3.3.5
V_b^*	Gaya tumpu desain pada sebuah sekrup atau paku keling; atau gaya tumpu desain pada bagian	5.4.2.3, 5.5.2.3
V_f^*	Gaya geser desain bagian tersambung	5.3.2
V_{fv}^*	Gaya geser desain pada baut, sekrup, atau paku keling	5.3.5.1, 5.3.5.3, 5.4.2.4
V_n^*	Gaya geser desain pada las arc seam atau sambungan ujung balok	5.2.5.2, 5.6.1
V_w^*	Gaya geser desain untuk las tumpul, las sudut, las arc spot, las pijar atau las resistance	5.2.2.2, 5.2.3.1, 5.2.4.2, 5.2.4.3, 5.2.6.2, 5.2.7
w	Lebar spesimen	Gambar F1, Lampiran F
w_f	Lebar pasokan untuk lembaran gulungan atau rata	1.3.19, Catatan 2 - Gambar E1, Lampiran E

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Tabel 1.4 Notasi (lanjutan)

Simbol	Deskripsi	Acuan pasal
x , y	Sumbu utama penampang	3.3.3.2.1, 3.3.6.3
x_o , y_o	Koordinat pusat geser penampang	3.3.3.2
Z_c	Modulus penampang efektif yang dihitung pada tegangan f_c pada serat tekan terluar	3.3.3.3
Z_e	Modulus penampang efektif yang dihitung pada serat tekan atau tarik terluar pada tegangan f_y	3.3.2.2, 3.3.3.2.1
Z_f	Modulus penampang utuh tanpa reduksi pada serat tekan terluar	3.3.3.2.1, 3.3.3.3
Z_{ft}	Modulus penampang utuh tanpa reduksi pada serat tarik terluar terhadap sumbu yang sesuai	3.5.2
α	Koefisien; atau Faktor modifikasi untuk tipe sambungan tumpu	4.3.3.3, 5.3.4.2
α_{nx} , α_{ny}	Faktor amplifikasi momen	3.5.1
α_s	Invers kemiringan kurva S - N	6.1.3
β	Koefisien	2.6.2.1
β_x , β_y	Konstanta penampang simetris tunggal terhadap sumbu x dan y	3.3.3.2.1, Paragraf E2, Lampiran E
β_{tf}	Faktor koreksi ketebalan	6.1.3
γ	Faktor kepentingan	2.6.2.1
δ	Koefisien	2.6.2.1
θ	Sudut antara bidang pelat badan dan bidang permukaan tumpu; atau Sudut antara bidang vertikal dan bidang pelat badan penampang z	3.3.6.2, 4.3.3.3
λ , λ_1 , λ_2	Rasio kelangsingan	2.2.1.2, 3.3.2.3, 3.3.7
λ_b	Kelangsingan nondimensi untuk menentukan M_c untuk komponen struktur yang menerima tekuk lateral	3.3.3.2.1
λ_c	Kelangsingan nondimensi untuk menentukan f_n ; atau Kelangsingan nondimensi untuk menentukan N_{ce} ; atau Kelangsingan nondimensi untuk menentukan M_{cd}	3.4.1, 3.6.3, 7.2.1.2
λ_d	Kelangsingan nondimensi untuk menentukan M_c untuk komponen struktur yang menerima tekuk distorsi; atau Kelangsingan nondimensi untuk menentukan N_{cd} dan M_{bd}	3.3.3.3, 7.2.1.4, 7.2.2.4
λ_l	kelangsingan nondimensi untuk menentukan, N_{cl} atau kelangsingan nondimensi untuk menentukan M_{bl}	7.2.1.3, 7.2.2.3
μ	Faktor daktilitas struktur	1.6.4.2.2
ν	Nisbah Poisson	2.2.1.2

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Tabel 1.4 Notasi (lanjutan)

Simbol	Deskripsi	Acuan pasal
ϕ	Faktor reduksi kapasitas	1.5.1.4, 5.2.2.1, 5.2.2.2, 5.2.3.1, 5.2.4.2, 5.2.4.3, 5.2.5.2, 5.2.6.2, 5.2.7, 5.3.2, 5.3.3, 5.3.5.1, 5.3.5.2, 5.4.2.2, 5.4.2.3, 5.5.2.2, 5.5.2.3, 5.5.2.4, 5.6.1, 5.6.3, 6.1.3
ϕ_b	Faktor reduksi kapasitas untuk lentur	3.3.1, 3.5.1
ϕ_c	Faktor reduksi kapasitas untuk tekan	3.3.8.1, 3.4.1, 3.5.1
ϕ_t	Faktor reduksi kapasitas untuk tarik	3.2.1
ϕ_v	Faktor reduksi kapasitas untuk geser	3.3.4.1
ϕ_w	Faktor reduksi kapasitas untuk tumpu	3.3.6.1, 3.3.8.2
ρ	Kuantitas kapasitas beban; atau faktor lebar efektif	1.5.1.2, 2.2.1.2, 2.3.2.2, 2.6.1
ω_i	Koefisien	2.6.3.1
ψ	Rasio tegangan	2.2.3.2, 2.3.2.2, 3.3.8.3

1.5 Material

1.5.1 Baja struktur

1.5.1.1 Baja yang dapat digunakan

Komponen struktur atau baja yang digunakan untuk manufaktur harus memenuhi

(a) AS 1163, AS 1397 (tidak termasuk mutu G550 dengan ketebalan kurang dari 0,9 mm), AS/NZS 1594, AS/NZS 1595 dan AS/NZS 3678, tergantung yang sesuai; dan

(b) Baja-baja lain, yang properti-propertinya sesuai dengan Pasal 1.5.1.4. Tegangan leleh (f_y) dan tegangan tarik (f_u) yang digunakan dalam desain harus ditentukan sesuai dengan Bab 8 dan AS 1391.

1.5.1.2 Peningkatan kekuatan yang dihasilkan dari proses canai dingin

Peningkatan kekuatan yang dihasilkan dari proses canai dingin dapat diperhitungkan dengan mengganti nilai f_y dengan tegangan leleh desain rata-rata (f_{ya}) dari luas penampang utuh. Peningkatan tersebut harus dibatasi sesuai dengan Pasal 3.3 (tidak termasuk Pasal 3.3.3.2), 3.4, 3.5, 3.6 dan 4.4. Persyaratan dan metode untuk menentukan f_{ya} dijabarkan sebagai berikut:

(a) Untuk komponen struktur tekan yang menerima beban aksial dan komponen struktur lentur dengan nilai (ρ) untuk kapasitas beban sebesar satu, sebagaimana ditentukan menurut Pasal 2.2 untuk setiap elemen komponen struktur dari penampang yang bersangkutan, tegangan leleh desain rata-rata (f_{ya}) ditentukan berdasarkan salah satu dari:

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

(i) Uji tarik penampang utuh (Lihat Bab 8).
(ii) Uji kolom pendek (Lihat Bab 8).
(iii) Persamaan berikut:

$$f_{ya} = Cf_{yc} + (1-C) f_{yf} \leq f_{uv} \quad (1.5.1.2(1))$$

Keterangan:

f_{ya} adalah tegangan leleh desain rata-rata baja, pada penampang utuh untuk komponen struktur tekan atau luas penampang sayap utuh untuk komponen struktur lentur;

C adalah untuk komponen struktur tekan, rasio luas total penampang bengkokan terhadap luas total penampang utuh; dan untuk komponen struktur lentur, rasio luas total penampang bengkokan sayap yang menentukan terhadap luas total penampang sayap yang menentukan

f_{yc} adalah tegangan tarik leleh dari bengkokan

$$= \frac{B_c f_{yv}}{(r_i / t)^m} \quad (1.5.1.2(2))$$

Persamaan 1.5.1.2(2) hanya berlaku jika f_{uv} / f_{yv} lebih besar atau sama dengan 1,2, r_i / t kurang atau sama dengan 7 dan sudut dalam minimum adalah kurang atau sama dengan 120°.

B_c adalah konstanta

$$= 3.69 \left(\frac{f_{uv}}{f_{yv}}\right) - 0.819 \left(\frac{f_{uv}}{f_{yv}}\right)^2 - 1.79 \quad (1.5.1.2(3))$$

f_{yv} adalah tegangan tarik leleh dari baja yang belum dibentuk

r_i adalah radius bengkokan dalam

m adalah konstanta

$$= 0{,}192 \left(\frac{f_{uv}}{f_{yv}}\right) - 0{,}068$$

(1.5.1.2(4))

f_{uv} adalah kekuatan tarik dari baja yang belum dibentuk

f_{yf} adalah tegangan leleh dari bagian rata (lihat Pasal 8.1.4); atau tegangan leleh baja yang belum dibentuk jika tidak dilakukan pengujian

(b) Untuk komponen struktur tarik yang dibebani aksial, f_{ya} harus ditentukan berdasarkan poin (a)(i) atau (a)(iii).

1.5.1.3 Efek pengelasan

Efek setiap pengelasan terhadap properti mekanis suatu komponen struktur harus ditentukan berdasarkan uji spesimen dari penampang utuh dengan las di sepanjang *gauge*. Setiap efek pengelasan yang berarti harus diperhitungkan dalam penggunaan komponen struktur. Desain sambungan las untuk semua mutu yang sesuai dengan AS 1163 dan AS 1397 mutu G250, G300, G350 dan G450, berdasarkan Pasal 5.2.3 untuk las sudut dan Pasal 5.2.6 untuk las pijar tidak perlu uji lebih lanjut.

1.5.1.4 Daktilitas

Baja-baja yang tidak disebutkan dalam Pasal 1.5.1.1 dan digunakan untuk komponen struktural dan sambungan harus memenuhi persyaratan-persyaratan berikut ini:

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

(a) Rasio kekuatan tarik terhadap tegangan leleh tidak boleh kurang dari 1,08. Perpanjangan total tidak boleh kurang dari 10% untuk panjang *gauge* 50 mm atau 7% untuk panjang *gauge* 200 mm pada spesimen standar yang diuji sesuai dengan AS 1391. Jika persyaratan ini tidak dapat dipenuhi, maka kriteria-kriteria berikut ini harus dipenuhi:

(i) Perpanjangan lokal pada panjang *gauge* 13 mm yang melalui bidang fraktur tidak boleh kurang dari 20%.

(ii) Perpanjangan merata di luar fraktur tidak boleh kurang dari 3%.

Jika daktilitas material ditentukan berdasarkan kriteria perpanjangan lokal dan merata, penggunaan material tersebut harus dibatasi untuk desain gording dan *girts* sesuai dengan Pasal 3.3.2.2, 3.3.3.2, 3.3.3.3 dan 3.3.3.4. Untuk *gording* dan *girts* yang menerima beban kombinasi aksial dan momen lentur (lihat Pasal 3.5), $N^*/\phi R_u$ tidak boleh melebihi 0,15

Keterangan:

N^* adalah gaya aksial desain

ϕ adalah faktor reduksi kapasitas

R_u adalah kapasitas nominal

(b) Baja-baja yang sesuai dengan AS 1397, mutu G550, dengan tebal kurang dari 0,9 mm, yang tidak memenuhi poin (a) dapat digunakan dengan ketentuan:

(i) tegangan leleh (f_y) yang digunakan dalam desain pada Bab 2, 3, dan 4, dan kekuatan tarik (f_u) yang digunakan untuk desain pada Bab 5 diambil sebesar 90% dari nilai-nilai yang tertera atau 495 MPa, diambil yang lebih kecil, dan untuk baja dengan ketebalan kurang dari 0,6 mm, tegangan leleh (f_y) yang digunakan untuk desain pada Bab 2, 3, dan 4, dan kekuatan tarik (f_u) yang digunakan untuk desain pada Bab 5 diambil sebesar 75% dari nilai yang tertera atau 410 MPa, diambil yang lebih kecil; atau

(ii) adanya kesesuaian dari material baja tersebut yang dibuktikan dengan uji pembebanan sesuai dengan Bab 8.

1.5.1.5 Syarat penerimaan baja

Laporan uji pabrik yang disahkan, atau sertifikat tes yang dikeluarkan oleh pabrik, harus menyatakan bukti yang cukup akan terpenuhinya standar yang diacu dalam Standar ini.

Ketebalan baja minimum tanpa bahan pelapis pada semua lokasi dari produk canai dingin, saat dikirim ke lokasi pekerjaan, tidak boleh kurang dari 95% dari nilai-nilai yang digunakan dalam desainnya. Akan tetapi karena efek proses canai dingin, bagian bengkokan boleh memiliki ketebalan yang kurang dari ketentuan yang disyaratkan.

1.5.1.6 Baja yang tidak teridentifikasi

Jika digunakan baja yang tak teridentifikasi, maka baja tersebut harus bebas dari cacat permukaan dan harus digunakan hanya bila properti fisik dan kemampuannya untuk dilas tidak mempengaruhi kapasitas desain dan daya layan struktur. Kecuali dilakukan pengujian lengkap sesuai dengan AS 1391, tegangan leleh baja yang digunakan dalam desain (f_y) harus sebesar 170 MPa atau kurang, dan kekuatan tarik yang digunakan untuk desain (f_u) harus sebesar 300 MPa atau kurang.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

1.5.2 Tegangan desain

Tegangan leleh minimum (f_y) dan kekuatan tarik (f_u) yang digunakan dalam desain tidak boleh melebihi nilai-nilai yang diberikan dalam Tabel 1.5 untuk mutu baja yang sesuai.

CATATAN Tanpa memperhitungan hubungan antara tegangan leleh dan kekuatan tarik yang dekat, mutu-mutu baja yang diberikan dalam Tabel 1.5 sudah sesuai dengan proses canai dingin asalkan digunakan radius dalam bengkokan (r_i) yang tepat.

Tabel 1.5 - Kekuatan minimum baja yang sesuai dengan AS 1163, AS 1397, AS/NZS 1594, AS/NZS 1595 dan AS/NZS 3678

Standar yang Digunakan	Mutu	Tegangan Leleh (f_y) MPa	Kekuatan tarik (f_u) MPa
AS 1163	C250 dan C250L0	250	320
	C350 dan C350L0	350	430
	C450 dan C450L0	450	500
AS 1397	G250	250	320
	G300	300	340
	G350	350	420
	G450*	450	480
	G500†	500	520
	G550‡	550	550
AS/NZS 1594	HA1	(lihat Catatan)	(lihat Catatan)
	HA3	200	300
	HA4N	170	280
	HA200	200	300
	HA250, HU250	250	350
	HA250/1	250	350
	HA300, HU300	300	400
	HA300/1, HU300/1	300	430
	HW350	350	430
	HW350	340	450
	HA400	380	460
	XF300	300	440
	XF400	380	460
	XF500	480	570
AS/NZS 1595	CA220	210	340
	CA260	250	350
	CW300	300	450
	CA350	350	430
	CA500	500	510
AS/NZS 3678	200 ($t \leq 8$ mm)	200	300
	200 (8mm< $t \leq 12$ mm)	200	300
	250, 250L15 ($t \leq 8$ mm)	280	410
	250, 250L15 (8mm< $t \leq 12$ mm)	260	410
	250, 250L15 (12mm< $t \leq 20$ mm)	250	410

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Tabel 1.5 - Kekuatan minimum baja (lanjutan)

Standar yang Digunakan	Mutu	Tegangan leleh(f_y) MPa	Kekuatan tarik (f_u) MPa
AS/NZS 3678	300, 300L15 ($t \leq 8$ mm)	320	430
	300, 300L15 (8mm< $t \leq 12$ mm)	310	430
	300, 300L15 (12mm< $t \leq 20$ mm)	300	430
	300, 300L15 (20mm< $t \leq 25$ mm)	280	430
	350, 350L15 ($t \leq 8$ mm)	360	450
	350, 350L15 (8mm< $t \leq 12$ mm)	360	450
	350, 350L15 (12mm< $t \leq 20$ mm)	350	450
	350, 350L15 (20mm< $t \leq 25$ mm)	340	450
	400, 400L15 ($t \leq 8$ mm)	400	480
	400, 400L15 (8mm< $t \leq 12$ mm)	400	480
	400, 400L15 (12mm< $t \leq 20$ mm)	380	480
	400, 400L15 (20mm< $t \leq 25$ mm)	360	480
	450, 450L15 ($t \leq 8$ mm)	450	520
	450, 450L15 (8mm< $t \leq 12$ mm)	450	520
	450, 450L15 (12mm< $t \leq 20$ mm)	450	520
	450, 450L15 (20mm< $t \leq 25$ mm)	420	500
	WR350, WR350/L0 ($t \leq 8$ mm)	340	450
	WR350, WR350/L0 (8mm< $t \leq 12$ mm)	340	450
	WR350, WR350/L0 (12mm< $t \leq 20$ mm)	340	450
	WR350, WR350/L0 (20mm< $t \leq 25$ mm)	340	450

* Berlaku untuk material gilas keras dengan ketebalan lebih besar atau sama dengan 1,5 mm
† Berlaku untuk material gilas keras dengan ketebalan lebih besar 1,0 mm tetapi kurang dari 1,5 mm
‡ Berlaku untuk material gilas keras dengan ketebalan lebih kecil atau sama dengan 1,0 mm

CATATAN Untuk tujuan desain, kekuatan leleh dan tarik mendekati nilai-nilai untuk Mutu HA200. Informasi lebih spesifik dapat diperoleh dari distributor.

1.5.3 Alat pengencang dan elektrode

1.5.3.1 Baut baja, mur dan ring

Baut baja, mur dan ring harus memenuhi AS 1110.1, AS 1111.1, AS 1112.1, AS 1112.2, AS 1112.3, AS 1112.4, AS/NZS 1252, AS/NZS 1559 dan AS 4291.1 (ISO 898-1), mana yang sesuai.
Penggunaan alat pengencang kekuatan-tinggi, selain yang memenuhi AS/NZS 1252, diperkenankan asalkan ada bukti kesetaraan dengan baut-baut kekuatan-tinggi yang memenuhi AS/NZS 1252.

1.5.3.2 Bahan pengelasan

Semua bahan untuk pengelasan harus memenuhi AS/NZS 1554.1, AS/NZS 1554.5 dan ANSI/AWS D1.3, mana yang sesuai.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

1.5.3.3 Sekrup

Sekrup *self-drilling* harus memenuhi AS 3566.1 dan AS 3566.2.

1.5.3.4 *Blind rivets*

Paku keling harus memenuhi dokumen F114 dari *Industrial Fastener Institute*.

1.6 Persyaratan desain

1.6.1 Aksi dan kombinasi aksi

Struktur beserta komponen-komponen strukturnya harus didesain terhadap aksi dan kombinasi aksi sesuai dengan SNI 1727.

1.6.2 Analisis struktur dan desain

Analisis struktur dan desain harus sesuai dengan SNI 1727.

CATATAN Pedoman analisis struktur elastis untuk balok menerus dan sistem rangka diberikan pada Lampiran B.

1.6.3 Kapasitas desain

Kapasitas desain (R_d) harus ditentukan berdasarkan salah satu dari:

(a) Kapasitas nominal (R_u) sesuai dengan Bab 2 hingga 5 dan faktor reduksi kapasitas (ϕ) yang sesuai seperti tercantum pada Tabel 1.6, misalnya $R_d = \phi R_u$.

(b) Pengujian sesuai dengan Pasal 8.2.3.

(c) Apabila komposisi atau konfigurasi dari komponen-komponen struktur tidak dapat memenuhi poin (a) atau (b), maka kinerja struktur harus diperoleh dari kapasitas desain atau kekakuan menurut analisis yang rasional berdasarkan teori yang sesuai, data hasil pengujian (jika tersedia) dan pertimbangan teknis (*engineering judgement*). Secara spesifik, kapasitas desain harus ditentukan dari kapasitas nominal dengan menggunakan faktor-faktor reduksi kapasitas berikut ini:

   (i) Untuk komponen struktur ..... ϕ = 0,80.

   (ii) Untuk sambungan ..... ϕ = 0,65.

1.6.4 Desain gempa

1.6.4.1 Tidak relevan (lihat tabel deviasi)

1.6.4.2 Untuk Indonesia (lihat tabel deviasi)

1.6.4.2.1 Umum

Semua struktur harus di desain terhadap aksi sesuai dengan SNI 1726 dan kombinasi aksi sesuai dengan peraturan pembebanan SNI 1727.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

1.6.4.2.2 Tidak relevan (lihat tabel deviasi)

1.6.4.2.3 Tidak relevan (lihat tabel deviasi)

1.6.4.2.4 Tidak relevan (lihat tabel deviasi)

1.6.5 Durabilitas

1.6.5.1 Umum

Struktur harus didesain agar mampu menjalankan fungsinya selama usia bangunan yang diharapkan. Apabila pekerjaan baja struktural berada pada lingkungan yang korosif, maka pekerjaan harus diberi perlindungan terhadap korosi. Tingkat perlindungan harus ditentukan berdasarkan pertimbangan penggunaan struktur, perawatan, iklim ataupun kondisi lokal lainnya.

1.6.5.2 Perlindungan korosi

CATATAN Perlindungan korosi harus sesuai dengan AS/NZS 2311 dan AS/NZS 2312, mana yang lebih sesuai. Untuk informasi lebih lanjut, lihat Lampiran C.

Tabel 1.6 - Faktor reduksi kapasitas

Kapasitas desain	Acuan pasal	Faktor reduksi kapasitas (ϕ)
(a) Pengaku	3.3.8	
Pengaku transversal (ϕ_c)	3.3.8.1	0,85
Pengaku tumpu (ϕ_w)	3.3.8.2	0,90
Pengaku geser (ϕ_v)	3.3.8.3	0,90
(b) Komponen struktur yang menerima beban aksial tarik (ϕ_t)	3.2.1	0,90
(c) Komponen struktur yang menerima lentur:	3.3	
Kapasitas momen penampang—	3.3.2	
untuk penampang dengan sayap tekan berpengaku utuh atau sebagian (ϕ_b)	3.3.2	0,95
untuk penampang dengan sayap tekan tanpa pengaku (ϕ_b)	3.3.2	0,90
Kapasitas momen komponen struktur—		
komponen struktur menerima tekuk lateral (ϕ_b)	3.3.3.2	0,90
komponen struktur menerima tekuk distorsi (ϕ_b)	3.3.3.3	0,90
balok yang salah satu sayapnya dikencangkan hingga menembus lembaran (kanal atau penampang Z) (ϕ_b)	3.3.3.4	0,90
Desain pelat badan—		
geser (ϕ_v)	3.3.4	0,90
Tumpu (ϕ_w)—		
untuk penampang tersusun	Tabel 3.3.6.2(A)	0,75 – 0,90
untuk kanal dengan satu pelat badan dan penampang-penampang kanal	Tabel 3.3.6.2(B)	0,75 – 0,90
untuk penampang Z dengan satu pelat badan	Tabel 3.3.6.2(C)	0,75 – 0,90

untuk penampang topi dengan satu pelat badan	Tabel 3.3.6.2(D)	0,75 – 0,90
untuk penampang dek pelat badan majemuk	Tabel 3.3.6.2(E)	0,60 – 0,90

Tabel 1.6 - Faktor reduksi kapasitas (lanjutan)

Kapasitas desain	Acuan pasal	Faktor reduksi kapasitas (ϕ)
(d) Komponen struktur tekan yang dibebani konsentris (ϕ_c)	3.4	0,85
(e) Kombinasi beban aksial dan lentur:	3.5	
Tekan (ϕ_c)	3.5.1	0,85
Lentur (ϕ_b)—	3.5.1	
Menggunakan Pasal 3.3.2		0,90 atau 0,95
Menggunakan Pasal 3.3.3.1		0,90
(f) Batang tabung berbentuk silinder :	3.6	
Lentur (ϕ_b)	3.6.2	0,95
Tekan (ϕ_c)	3.6.3	0,85
g) Sambungan las:	5.2	
Las tumpul—	5.2.2	
tarik atau tekan	5.2.2.1	0,90
geser	5.2.2.2(a)	0,80
geser (material dasar)	5.2.2.2(b)	0,90
Las sudut—	5.2.3	
pembebanan longitudinal	5.2.3.2	0,55 atau 0,60
pembebanan transversal	5.2.3.3	0,60
Las arc spot (las puddle)—	5.2.4	
geser (las)	5.2.4.2(a)	0,60
geser (bagian tersambung)	5.2.4.2(b)	0,50 atau 0,60
geser (jarak tepi minimum)	5.2.4.3	0,60 atau 0,70
tarik	5.2.4.4	0,65
Las arc seam—	5.2.5	
geser (las)	5.2.5.2	0,60
geser (bagian tersambung)	5.2.5.2	0,60
Las pijar—	5.2.6	
pembebanan transversal	5.2.6.2(a)	0,55
pembebanan longitudinal	5.2.6.2(b)	0,55
Las resistance—	5.2.7	
las titik	5.2.7(a)	0,65
(h) Sambungan baut:	5.3	
Sobek	5.3.2	0,60 atau 0,70
Tarik pada penampang neto:	5.3.3	
dengan ring—	5.3.3(a)	
Sambungan geser ganda		0,65
Sambungan geser tunggal		0,55
tanpa ring	5.3.3(b)	0,65
Tumpu	5.3.4	0,55 atau 0,65
Baut—	5.3.5	
Baut dalam geser	5.3.5.1	0,80
Baut dalam tarik	5.3.5.2	0,80

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Tabel 1.6 - Faktor reduksi kapasitas (lanjutan)

Kapasitas desain	Acuan pasal	Faktor reduksi kapasitas (ϕ)
(i) Sambungan sekrup:	5.4	
Sambungan sekrup dalam geser—	5.4.2	
tarik pada bagian tersambung	5.4.2.2	0,65
miring dan tumpu pada lubang	5.4.2.3	0,5
sobek	5.4.2.4	0,60 atau 0,70
Sambungan sekrup dalam tarik—	5.4.3	
cabut dari bagian tersambung	5.4.3.1	0,5
sobek dari bagian tersambung	5.4.3.1	0,5
(j) Sambungan paku keling:	5.5	
Sambungan paku keling dalam geser—	5.5.2	
tarik pada bagian tersambung	5.5.2.2	0,65
miring dan tumpu pada lubang	5.5.2.3	0,5
sobek	5.5.2.4	0,60 atau 0,70
(k) Keruntuhan:		
Keruntuhan geser	5.6.1	0,75
Keruntuhan geser blok (sambungan baut)	5.6.3	0,65

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

2 Elemen

2.1 Properti penampang

2.1.1 Umum

Properti-properti penampang, seperti luas penampang, momen inersia, modulus penampang, radius girasi, dan titik berat harus ditentukan berdasarkan metode yang baku dengan membagi-bagi penampang menjadi elemen sederhana, termasuk bengkokan.

Properti–properti penampang harus berdasarkan dimensi nominal dan tebal baja dasar nominal (lihat Pasal 1.5.1.6).

2.1.2 Prosedur desain

2.1.2.1 Properti penampang utuh

Properti penampang utuh, tidak tereduksi, harus didasarkan pada suatu penyederhanaan dimana bagian rata dan bengkokan diletakkan sepanjang garis sistem elemen kecuali proses manufaktur menjamin metode yang lebih teliti.

Untuk menghitung stabilitas komponen struktur, penyederhanaan dimana bengkokan ditiadakan dan penampang diwakili oleh garis sistem lurus, dapat digunakan untuk menghitung properti-properti berikut ini:
(a) Parameter tekuk distorsi (lihat Lampiran D);
(b) Letak pusat geser (lihat Paragraf E1 dari Lampiran E);
(c) Konstanta puntir lengkung (lihat Paragraf E1 dari Lampiran E);
(d) Konstanta penampang simetris tunggal (lihat Paragraf E2 dari Lampiran E).

2.1.2.2 Properti penampang efektif

Pada desain komponen struktur canai dingin yang terdiri dari elemen-elemen langsing, luas penampang harus direduksi pada lokasi-lokasi yang ditentukan.
Reduksi luas penampang diperlukan untuk—
(a) Memperhitungkan pengaruh *shear lag* (lihat Pasal 2.1.3.3); dan
(b) Memperhitungkan ketidakstabilan lokal elemen akibat tekan (lihat Pasal 2.2 hingga 2.5).

2.1.2.3 Lokasi dari lebar tereduksi

Lokasi lebar yang tereduksi harus ditentukan sebagai berikut :
(a) Untuk desain elemen dengan pengaku yang menerima tekan merata, lebar tereduksi terletak di tengah-tengah elemen (lihat Gambar 2.2.1 dan 2.4.2);
(b) Untuk desain elemen dengan pengaku yang menerima tegangan bergradien atau jika hanya satu bagian elemen yang mengalami tekan (misalnya pelat badan), lebar tereduksi ditunjukkan pada Gambar 2.2.3;
(c) Untuk elemen tanpa pengaku, yang menerima tegangan bergradien maupun tegangan merata, lebar tereduksi diambil pada bagian tepi yang tanpa pengaku seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.1. Jika elemen tanpa pengaku menerima tarik dan tekan di sepanjang lebarnya, lebar tereduksi ditentukan sesuai dengan Pasal 2.3.2;
(d) Untuk desain elemen dengan pengaku tepi, lebar tereduksi ditunjukkan pada Gambar 2.4.2.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

2.1.3 Batasan dimensi

2.1.3.1 Rasio maksimum antara lebar-rata terhadap ketebalan

Rasio maksimum antara lebar-rata terhadap ketebalan (b/t), dimana lebar-rata ditentukan dengan mengabaikan pengaku antara dan t adalah ketebalan nominal komponen struktur, harus memenuhi syarat sebagai berikut:

(a) Untuk elemen tekan dengan pengaku yang mempunyai satu tepi longitudinal yang terhubung dengan pelat badan atau sayap dan elemen lain yang diperkaku oleh:
   (i) lip sederhana .....60; dan
   (ii) bentuk-bentuk pengaku lain dengan ketentuan:
      (A) $I_s < I_a$ ..... 60; dan
      (B) $I_s \geq I_a$ ..... 90.

(b) Untuk elemen tekan dengan pengaku dimana kedua tepi longitudinalnya terhubung ke elemen lain yang diperkaku ..... 500.

(c) Untuk elemen tekan tanpa pengaku ..... 60.

CATATAN komponen struktur tekan tanpa pengaku dengan rasio b/t lebih dari 30 dan elemen tekan dengan pengaku dengan rasio b/t lebih dari 250 dapat mengalami deformasi yang besar pada beban desain penuh, tanpa mempengaruhi kemampuan elemen untuk menahan beban desain. Elemen dengan pengaku dengan rasio b/t lebih dari 500 dapat digunakan dengan kapasitas desain yang cukup untuk menahan beban, akan tetapi, deformasi elemen yang besar dapat menyebabkan persamaan-persamaan dalam Standar ini menjadi tidak berlaku.

2.1.3.2 Keritingan sayap (*curling*)

Bila sayap dari komponen struktur lentur sangat lebar dan dikehendaki untuk membatasi besarnya keritingan atau pergerakan sayap ke arah garis netral, lebar (b_1) dari sayap tekan dan tarik, baik dengan ataupun tanpa pengaku diukur dari badan balok I, dan penampang sejenis atau setengah jarak maksimum (b_1) antara pelat badan untuk balok boks dan balok U, harus ditentukan dari persamaan berikut ini:

$$b_1 = \sqrt{\frac{0,061 t_f dE}{f^*_{av}}} \sqrt[4]{\frac{100 c_f}{d}} \qquad (2.1.3.2)$$

Keterangan:

t_f adalah tebal sayap

d adalah tinggi penampang

f^*_{av} adalah tegangan desain penuh rata-rata pada lebar sayap yang tidak direduksi (lihat Catatan 1)

c_f adalah besarnya keritingan (lihat Catatan 2)

CATATAN

1. Bila komponen struktur didesain dengan prosedur lebar efektif, maka tegangan rata-rata adalah sama dengan tegangan maksimum dikalikan dengan rasio lebar desain efektif terhadap lebar aktual.
2. Besarnya keritingan yang dapat ditoleransi, bervariasi tergantung dari jenis penampang dan harus ditentukan oleh perencana. Keritingan sebesar lebih kurang 5% dari tinggi penampang biasanya dianggap tidak berlebihan.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

2.1.3.3 Efek *shear lag* (biasanya terjadi pada bentang pendek yang memikul beban terpusat)

Bila bentang balok (l) kurang dari $30\,b_1$ dan balok memikul satu beban terpusat, atau beberapa beban yang berjarak lebih dari $2\,b_1$, lebar desain efektif dari setiap sayap, baik dalam tarik maupun tekan, harus dibatasi dengan nilai yang diberikan dalam Tabel 2.1.3.3. Untuk sayap balok I dan penampang sejenis yang diperkaku dengan lip pada tepi luarnya, b_1 harus diambil sebagai penjumlahan lebar sayap diukur dari pelat badan dan tinggi lip.

Tabel 2.1.3.3 Rasio maksimum lebar desain efektif terhadap lebar aktual untuk balok bentang pendek bersayap lebar

l/b_1	Rasio	l/b_1	Rasio
30	1,00	14	0,82
25	0,96	12	0,78
20	0,91	10	0,73
18	0,89	8	0,67
16	0,86	6	0,55

CATATAN

l adalah bentang penuh untuk balok dengan perletakan sederhana; atau
jarak antara titik belok untuk balok menerus; atau
dua kali panjang balok kantilever

2.1.3.4 Rasio maksimum tinggi badan dan ketebalan

Rasio maksimum tinggi badan terhadap ketebalan (d_1/t_w) untuk komponen struktur lentur tidak boleh melebihi nilai-nilai berikut ini :

(a) Untuk pelat badan tanpa pengaku: d_1/t_w ..... 200.

(b) Untuk pelat badan dengan pengaku transversal yang memenuhi Pasal 3.3.8.1—

(i) jika hanya menggunakan pengaku tumpu: d_1/t_w .....260; dan

(ii) jika menggunakan pengaku tumpu dan pengaku antara: d_1/t_w 300;

Keterangan:

d_1 adalah ketinggian bagian rata pelat badan diukur sepanjang bidang pelat badan

t_w adalah tebal pelat badan

Jika suatu pelat badan terdiri dari dua lembaran atau lebih, rasio d_1/t_w harus dihitung untuk setiap lembaran.

2.2 Lebar efektif untuk elemen dengan pengaku

2.2.1 Elemen dengan pengaku yang mengalami tegangan tekan merata

2.2.1.1 Umum

Untuk elemen dengan pengaku yang mengalami tegangan tekan merata (lihat Gambar 2.2.1), lebar efektif untuk perhitungan kapasitas penampang atau komponen struktur dan perhitungan defleksi harus ditentukan masing-masing sesuai dengan Pasal 2.2.1.2 dan 2.2.1.3.

2.2.1.2 Lebar efektif untuk perhitungan kapasitas

Untuk menentukan kapasitas penampang atau komponen struktur, lebar efektif (b_e) dari elemen dengan pengaku yang mengalami tegangan tekan merata harus ditentukan dari Persamaan 2.2.1.2(1) atau Persamaan 2.2.1.2(2)

Untuk $\lambda \leq 0{,}673$: $b_e = b$ (2.2.1.2(1))

Untuk $\lambda > 0{,}673$: $b_e = \rho b$ (2.2.1.2(2))

Keterangan:

b adalah lebar rata dari elemen tidak termasuk lengkungan (lihat Gambar 2.2.1(a))

ρ adalah faktor lebar efektif

$$= \frac{\left(1 - \frac{0{,}22}{\lambda}\right)}{\lambda} \leq 1{,}0 \qquad (2.2.1.2(3))$$

Rasio kelangsingan (λ) harus ditentukan sebagai berikut:

$$\lambda = \left(\sqrt{\frac{f^*}{f_{cr}}}\right) \qquad (2.2.1.2(4))$$

Keterangan:

f^* adalah tegangan desain pada elemen tekan yang dihitung berdasarkan lebar desain efektif (lihat Gambar 2.2.1(b))

f_{cr} adalah tegangan tekuk elastis pelat

$$= \left(\frac{k\pi^2 E}{12(1-\nu^2)}\right)\left(\frac{t}{b}\right)^2 \qquad (2.2.1.2(5))$$

k adalah koefisien tekuk pelat

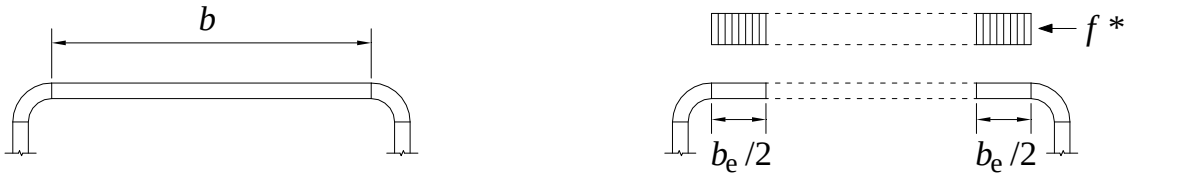
= 4 untuk elemen dengan pengaku yang ditahan suatu pelat badan pada setiap tepi longitudinal (harga k untuk berbagai elemen diberikan dalam Pasal yang bersesuaian)

E adalah Modulus elastisitas Young (200 x 10^3 MPa)

ν adalah angka Poisson

t adalah tebal elemen dengan pengaku yang mengalami tekan merata

Sebagai alternatif, koefisien tekuk pelat (k) untuk setiap elemen rata boleh ditentukan dari analisis tekuk elastis yang rasional dari seluruh penampang sebagai rakitan pelat yang memikul distribusi tegangan longitudinal pada penampang sebelum mengalami tekuk.



(a) Elemen Aktual

(b) Lebar efektif (b_e) dari elemen dan tegangan rencana (f *) pada elemen efektif

Gambar 2.2.1 - Elemen dengan pengaku yang menerima tegangan tekan merata

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Untuk menentukan kapasitas nominal penampang atau komponen struktur terhadap lentur, tegangan desain (f^*) harus diambil sebagai berikut:

(a) Bila kapasitas momen penampang nominal (M_s) didasarkan pada pelelehan awal sebagaimana ditentukan dalam Pasal 3.3.2.2, dan pelelehan awal elemen yang ditinjau adalah dalam tekan, maka f^* sama dengan f_y . Jika pelelehan awal penampang dalam tarik, maka f^* dari elemen yang ditinjau harus ditentukan berdasarkan penampang efektif pada M_y (momen yang menyebabkan pelelehan awal).

(b) Bila kapasitas momen penampang nominal (M_s) didasarkan pada kapasitas cadangan inelastis sesuai dengan Pasal 3.3.2.3, maka f^* adalah tegangan pada elemen pada saat M_s . Penampang efektif harus digunakan untuk menentukan M_s .

(c) Bila kapasitas momen komponen struktur nominal (M_b) didasarkan pada tekuk lateral sesuai dengan Pasal 3.3.3.2 atau tekuk distorsi sesuai Pasal 3.3.3.3, maka f^* harus sama dengan f_c sebagaimana ditentukan dalam Pasal 3.3.3.2 dan 3.3.3.3 dalam menentukan Z_c .

Untuk menentukan kapasitas tekan nominal penampang atau komponen struktur, f^* harus diambil sebagai berikut :

(i) Bila kapasitas penampang nominal (N_s) dari komponen struktur dalam tekan dihitung berdasarkan pelelehan awal seperti yang ditentukan dalam Pasal 3.4, maka f^* harus sama dengan f_y .

(ii) Bila kapasitas komponen struktur nominal (N_c) dari komponen struktur dalam tekan dihitung berdasarkan tekuk lentur, tekuk torsi atau tekuk lentur-torsi sesuai dengan Pasal 3.4, maka f^* harus sama dengan f_n , sesuai dengan Pasal 3.4.1 dan 3.4.6.

2.2.1.3 Lebar efektif untuk perhitungan defleksi

Untuk menentukan defleksi, lebar efektif (b_{ed}) harus ditentukan dari Persamaan 2.2.1.3(1) atau Persamaan 2.2.1.3(2),

Untuk $\lambda \leq$ 0,673: $b_{ed} = b$ (2.2.1.3(1))

Untuk $\lambda >$ 0,673: $b_{ed} = \rho b$ (2.2.1.3(2))

Faktor lebar efektif (ρ) harus ditentukan dari salah satu prosedur berikut ini:

(a) Prosedur I Perkiraan lebar efektif boleh dihitung dari Persamaan 2.2.1.2(3) dan 2.2.1.2(4), kecuali f^* diganti dengan f_d^*, dimana f_d^* adalah tegangan tekan desain pada elemen yang ditinjau berdasarkan penampang efektif pada saat pembebanan untuk menghitung defleksi;

(b) Prosedur II Untuk elemen dengan pengaku berupa pelat badan pada setiap tepi longitudinal, perkiraan lebar efektif yang lebih baik diperoleh dengan menghitung ρ dari persamaan 2.2.1.3(3) hingga 2.2.1.3(5),

Untuk $\lambda \leq$ 0,673: ρ = 1 (2.2.1.3(3))

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Untuk $0,673 < \lambda < \lambda_c$: $\rho = \dfrac{1,358 - \dfrac{0,461}{\lambda}}{\lambda} \le 1,0$ (2.2.1.3(4))

Untuk $\lambda \ge \lambda_c$: $\rho = \dfrac{0,41 + 0,59\sqrt{\dfrac{f_y}{f_d^*}} - \dfrac{0,22}{\lambda}}{\lambda} \le 1,0$ (2.2.1.3(5))

$$\lambda_c = 0,256 + 0,328\left(\frac{b}{t}\right)\sqrt{\frac{f_y}{E}} \quad (2.2.1.3(6))$$

dimana λ harus dihitung dari Persamaan 2.2.1.2(4) dengan menggantikan f^* dengan f_d^*.

2.2.2. Elemen dengan pengaku yang mengalami tekan merata dengan lubang lingkaran

2.2.2.1 Umum

Untuk elemen dengan pengaku yang mengalami tekan merata dengan lubang lingkaran, lebar efektif untuk perhitungan kapasitas penampang atau komponen struktur dan perhitungan defleksi harus ditentukan masing-masing sesuai dengan Pasal 2.2.2.2 dan 2.2.2.3.

2.2.2.2 Lebar efektif untuk perhitungan kapasitas

Untuk menentukan kapasitas penampang atau komponen struktur, dimana $0,50 \ge d_h/b \ge 0$ dan $b/t \le 70$, dan jarak as ke as lubang >$0,5b$ dan >$3\,d_h$, lebar efektif (b_e) elemen dengan pengaku yang mengalami tekan merata dengan lubang lingkaran harus ditentukan dari Persamaan 2.2.2.1(1) atau Persamaan 2.2.2.2(2),

Untuk $\lambda \le 0,673$: $b_e = b - d_h$ (2.2.2.2(1))

Untuk $\lambda > 0,673$: $b_e = \dfrac{b\left(1 - \dfrac{0,22}{\lambda} - \dfrac{0,8d_h}{b}\right)}{\lambda} \le b - d_h$ (2.2.2.2(2))

dimana d_h diameter lubang dan λ harus dihitung sesuai dengan Pasal 2.2.1.2. Nilai b_e tidak boleh melebihi ($b - d_h$).

2.2.2.3 Lebar efektif untuk perhitungan defleksi

Untuk menentukan defleksi, lebar efektif (b_{ed}) harus sama dengan b_e yang ditentukan sesuai dengan Prosedur I dari Pasal 2.2.1.3 dimana f^* digantikan dengan f_d^*, dimana f_d^* adalah tegangan tekan desain dari elemen yang ditinjau, berdasarkan penampang efektif pada saat pembebanan untuk menghitung defleksi.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

2.2.3 Elemen dengan pengaku dengan tegangan bergradien (*stress gradient*)

2.2.3.1 Umum

Untuk elemen dengan pengaku dengan tegangan bergradien (lihat Gambar 2.2.3), lebar efektif untuk perhitungan kapasitas penampang atau komponen struktur dan perhitungan defleksi harus ditentukan sesuai dengan Pasal 2.2.3.2 dan 2.2.3.3.

2.2.3.2 Lebar efektif untuk perhitungan kapasitas

Untuk menentukan kapasitas penampang atau komponen struktur, lebar efektif (b_{e1}) (lihat Gambar 2.2.3) harus ditentukan sebagai berikut :

$$b_{e1} = \frac{b_e}{3 - \psi} \qquad (2.2.3.2(1))$$

Lebar efektif (b_{e2}) (lihat Gambar 2.2.3) harus ditentukan dari Persamaan 2.2.3.2(2) atau Persamaan 2.2.3.2(3), mana yang sesuai.

Untuk $\psi \leq -0{,}236$: $b_{e2} = \frac{b_e}{2}$ (2.2.3.2(2))

dimana ($b_{e1} + b_{e2}$) tidak boleh melampaui bagian tekan dari pelat badan yang dihitung berdasarkan penampang efektif.

Untuk $\psi > -0{,}236$: $b_{e2} = b - b_{e1}$ (2.2.3.2(3))

Keterangan:

b_e adalah lebar efektif yang ditentukan sesuai dengan Pasal 2.2.1.2 dengan f^* digantikan dengan f_1^* dan dengan k ditentukan sebagai berikut:

$$k = 4 + 2(1 - \psi)^3 + 2(1 - \psi) \qquad (2.2.3.2(4))$$

$$\psi = \frac{f_2^*}{f_1^*} \qquad (2.2.3.2(5))$$

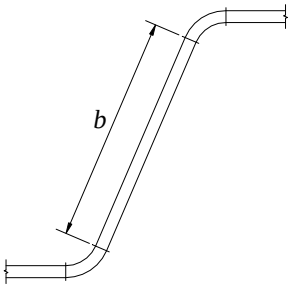
f_2^* / f_1^* adalah tegangan pelat badan yang dihitung berdasarkan penampang efektif (lihat Gambar 2.2.3)

f_1^* adalah tekan (+) dan f_2^* dapat berupa tarik (–) atau tekan (+). Dalam kasus dimana f_1^* dan f_2^* keduanya dalam tekan, f_1^* harus diambil lebih besar dari atau sama dengan f_2^*

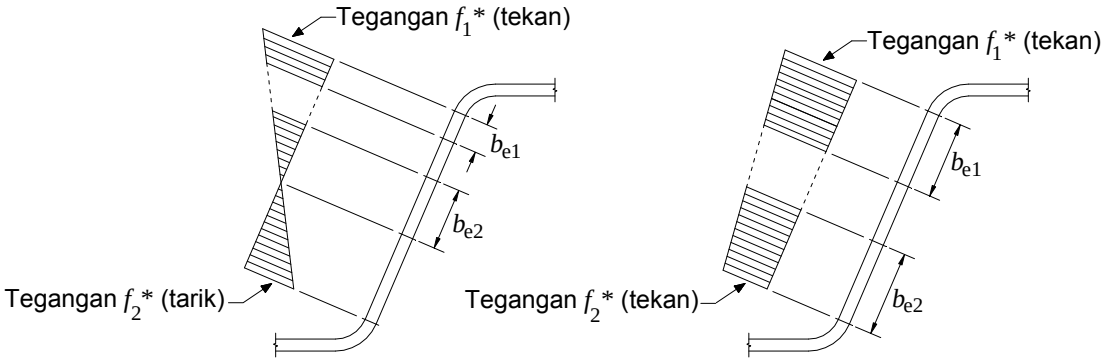
2.2.3.3 Lebar efektif untuk perhitungan defleksi

Untuk menentukan defleksi, lebar efektif (b_{e1}) dan (b_{e2}) harus ditentukan berdasarkan Pasal 2.2.3.2 dengan f_1^* dan f_2^* digantikan dengan f_{d1}^* dan f_{d2}^*. Tegangan yang dihitung f_1^* dan f_2^* (lihat Gambar 2.2.3) harus digunakan untuk menentukan f_{d1}^* dan f_{d2}^*. Perhitungan harus berdasarkan penampang efektif pada saat pembebanan untuk menghitung defleksi.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"



(a) Elemen Aktual



(b) Elemen efektif dan tegangan pada elemen efektif

Gambar 2.2.3 - Elemen dengan pengaku dan pelat badan dengan tegangan bergradien

2.2.4 Pelat badan penampang kanal berlubang dengan tegangan bergradien

2.2.4.1 Umum

Perhitungan kapasitas dan defleksi untuk pelat badan penampang kanal berlubang dengan tegangan bergradien harus ditentukan dalam batasan berikut :

(a) $d_{wh}/d_1 < 0,7$ (2.2.4.1)

Keterangan:

d_{wh} adalah tinggi lubang pelat badan

d_1 adalah tinggi bagian rata pelat badan diukur sepanjang bidang pelat badan

(b) $d_1/t \le 200$.

(c) Lubang-lubang dipusatkan di tengah tinggi pelat badan

(d) Jarak bersih antar lubang, lebih besar atau sama dengan 450 mm.

(e) Lengkungan pojok untuk lubang nonlingkaran lebih besar atau sama dengan $2t$.

(f) Lubang nonlingkaran dengan $d_{wh} \le 65$ mm dan $b \le 115$ mm, dimana b panjang lubang pelat badan.

(g) Diameter lubang lingkaran, kurang dari atau sama dengan 150 mm.

(h) $d_{wh} > 15$ mm.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

2.2.4.2 Perhitungan kapasitas

Bila $d_{wh}/d_1 < 0,38$, lebar efektif (b_1) dan (b_2) harus ditentukan sesuai dengan Pasal 2.2.3 dengan asumsi tidak ada lubang pada pelat badan.

Bila $d_{wh}/d_1 \geq 0,38$, lebar efektif harus ditentukan seusuai Pasal 2.3.1 dengan asumsi bagian tekan pelat badan terdiri dari elemen tanpa pengaku di dekat lubang dengan $f^* = f_1$ seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.2.

2.2.4.3 Perhitungan defleksi

Lebar efektif harus ditentukan sesuai dengan Pasal 2.2.3 dengan asumsi tidak ada lubang pada pelat badan.

2.3 Lebar efektif dari elemen tanpa pengaku

2.3.1 Elemen tanpa pengaku yang mengalami tegangan tekan merata

2.3.1.1 Umum

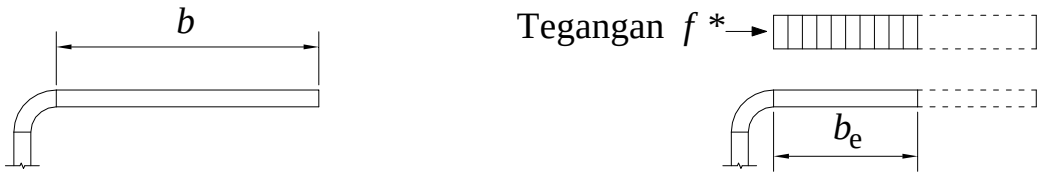
Untuk elemen tanpa pengaku yang mengalami tekan merata (lihat Gambar 2.3.1), lebar efektif untuk perhitungan kapasitas penampang atau komponen struktur dan perhitungan defleksi, masing-masing harus ditentukan berdasarkan Pasal 2.3.1.2 dan 2.3.1.3.

2.3.1.2 Lebar efektif untuk perhitungan kapasitas

Untuk menentukan kapasitas penampang atau komponen struktur, lebar efektif (b_e) dari elemen tanpa pengaku yang mengalami tekan merata, harus ditentukan berdasarkan Pasal 2.2.1.2 kecuali nilai k harus diambil sebesar 0,43 dan b seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.1.

2.3.1.3 Lebar efektif untuk perhitungan defleksi

Untuk menentukan defleksi, lebar efektif (b_e) harus ditentukan berdasarkan Prosedur I dari Pasal 2.2.1.3 kecuali f_d^* menggantikan f^* dan k = 0,43.



(a) Elemen Aktual

(b) Elemen efektif dan tegangan pada elemen efektif

Gambar 2.3.1 - Elemen tanpa pengaku yang mengalami tekan merata

2.3.2 Elemen tanpa pengaku dan pengaku tepi yang mengalami tegangan bergradien

2.3.2.1 Umum

Untuk elemen tanpa pengaku dan pengaku tepi dengan tegangan bergradien, lebar efektif untuk perhitungan kapasitas penampang atau komponen struktur dan perhitungan defleksi harus ditentukan masing-masing berdasarkan Pasal 2.3.2.2 dan 2.3.2.3.

2.3.2.2 Lebar efektif untuk perhitungan kapasitas

Untuk menentukan kapasitas penampang atau komponen struktur, lebar efektif (b_e) diukur dari tepi terkekang dari elemen tekan tanpa pengaku dan pengaku tepi dengan tegangan bergradien, harus ditentukan sesuai dengan Pasal 2.2.1.2 dengan f^* = f_1^* dan k maupun ρ ditentukan berdasarkan Pasal ini.

f_1^*, f_2^* adalah tegangan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.2(A) dan (B) yang dihitung berdasarkan penampang bruto dimana f_1^* dalam tekan (+) dan f_2^* dapat berupa tarik (-) atau tekan (+). Dalam kasus dimana f_1^* dan f_2^* keduanya dalam tekan, $f_1^* \geq f_2^*$

ψ adalah rasio tegangan

= f_2^* / f_1^* (2.3.2.2(1))

Faktor lebar efektif (ρ) dan koefisien tekuk pelat (k) harus ditentukan sebagai berikut:

(a) Untuk elemen tanpa pengaku dengan tegangan bergradien yang menyebabkan tekan pada kedua tepi longitudinal dari elemen tanpa pengaku (f_1^* dan f_2^*) keduanya dalam tekan, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.2(A).

ρ harus ditentukan menggunakan Persamaan 2.2.1.2(3) dan λ harus ditentukan menggunakan Persamaan 2.2.1.2(4). Koefisien tekuk (k) dalam Persamaan 2.2.1.2(5) harus ditentukan sebagai berikut:

(i) Bila tegangan berkurang ke arah tepi tanpa pengaku seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.2(A)(a), k harus dihitung sebagai berikut:

$$k = \frac{0,578}{\psi + 0,34} \qquad (2.3.2.2(2))$$

(ii) Bila tegangan bertambah ke arah tepi tanpa pengaku seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.2(A)(b), k harus dihitung sebagai berikut :

$$k = 0,57 - 0,21\psi + 0,07\psi^2 \qquad (2.3.2.2(3))$$

(b) Untuk elemen tanpa pengaku dengan tegangan bergradien yang menyebabkan tekan pada satu tepi dan tarik pada tepi longitudinal yang lain dari elemen tanpa pengaku:

(i) Untuk f_1^* dalam tekan pada tepi yang tidak dikekang dan f_2^* dalam tarik seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.2(B)(a), ρ harus dihitung sebagai berikut:

ρ = 1 untuk $\lambda \leq 0,673(1 - \psi)$

$$\rho = (1-\psi)\frac{1-\frac{0,22(1-\psi)}{\lambda}}{\lambda} \quad \text{untuk } \lambda > 0,673(1 - \psi) \qquad (2.3.2.2(4))$$

λ harus ditentukan menggunakan Persamaan 2.2.1.2(4).

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

$$k = 0,57 - 0,21\psi + 0,07\psi^2 \qquad (2.3.2.2(5))$$

(ii) Untuk f_1^* dalam tekan pada tepi terkekang dan f_2^* dalam tarik seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.2(B)(b), ρ harus dihitung sebagai berikut :

Untuk -1< ψ < 0: ρ = 1 untuk $\lambda \le 0,673$

$$\rho = (1+\psi)\frac{\left(1-\frac{0,22}{\lambda}\right)}{\lambda} - \psi \quad \text{untuk } \lambda > 0,673 \qquad (2.3.2.2(6))$$

λ harus ditentukan menggunakan Persamaan 2.2.1.2(4).

$$k = 1,70 - 5\psi + 17,1\psi^2 \qquad (2.3.2.2(7))$$

Untuk $\psi \le -1$: ρ = 1

Sebagai alternatif, koefisien tekuk pelat (k) dalam Persamaan 2.3.2.2(5) boleh ditentukan menggunakan Persamaan 2.3.2.2(8) untuk kanal yang melengkung pada bidang simetri dengan tepi tidak dikekang dari elemen tanpa pengaku dalam tekan, sebagai berikut :

$$k = 0,1451(b_2/b_1) + 1,256 \qquad (2.3.2.2(8))$$

Keterangan:

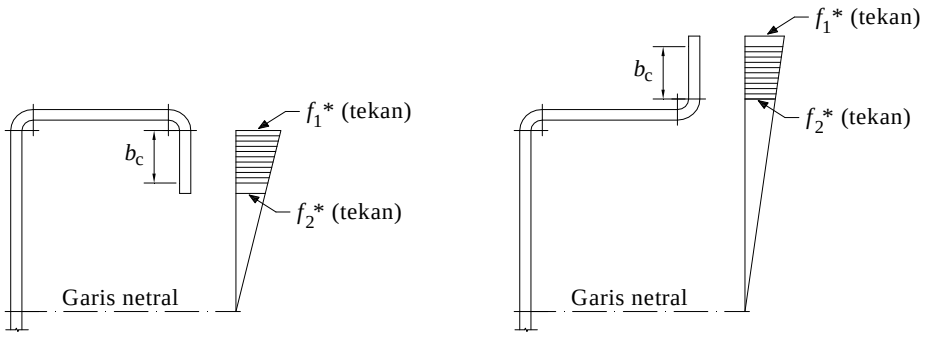
b_2 adalah lebar elemen tanpa pengaku

b_1 adalah lebar elemen dengan pengaku

Untuk bentuk penampang yang lain, k dalam Persamaan 2.3.2.2(2), 2.3.2.2(3), 2.3.2.2(5) dan 2.3.2.2(7) untuk elemen tanpa pengaku dan k untuk elemen rata yang lain dari penampang dapat ditentukan dari analisis tekuk elastis dari penampang utuh sebagai rakitan pelat yang mengalami distribusi tegangan longitudinal pada penampang sebelum tekuk.

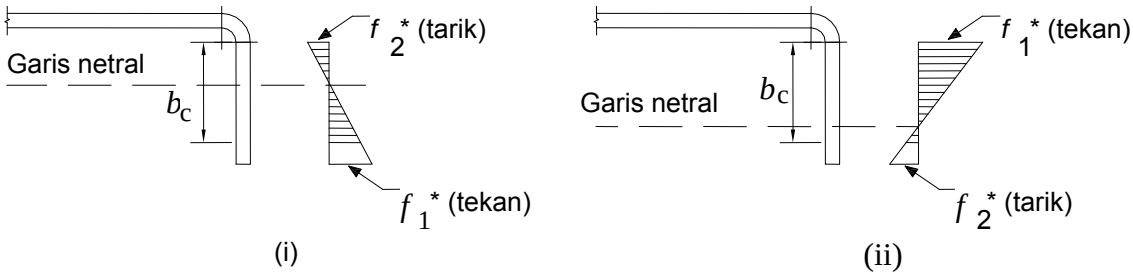
Dalam menghitung modulus penampang efektif (Z_e) pada Pasal 3.3.2.2 atau Pasal 3.3.3.2, serat tekan terluar dalam Gambar 2.3.2(A)(b) dan 2.3.2(B)(a) adalah pada tepi penampang efektif (dekat dengan tepi yang tidak dikekang).

Dalam menghitung modulus penampang efektif (Z_e) pada Pasal 3.3.2.2, serat tarik terluar dalam Gambar 2.3.2(B)(b) adalah pada tepi penampang efektif (dekat dengan tepi yang tidak dikekang).



Gambar 2.3.2(A) - Elemen tanpa pengaku dengan tegangan bergradien – kedua tepi dalam tekan

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"



(a) Tekan di tepi yang tidak dikekang (b) Tekan pada tepi yang terkekang

Gambar 2.3.2(B) - Elemen tanpa pengaku dengan tegangan bergradien – satu tepi mengalami tekan dan satu tepi mengalami tarik

2.3.2.3 Lebar efektif untuk perhitungan defleksi

Untuk menentukan defleksi, lebar efektif (b_e) dari elemen tanpa pengaku dan pengaku tepi dengan tegangan bergradien harus ditentukan sesuai dengan Pasal 2.3.2.2. kecuali f_{d1}^* dan f_{d2}^* menggantikan f_1^* dan f_2^*. Tegangan f_1^* dan f_2^* (lihat Gambar 2.3.2(A) dan 2.3.2(B) harus digunakan masing-masing untuk menentukan f_{d1}^* dan f_{d2}^*. Perhitungan harus berdasarkan penampang efektif pada saat pembebanan untuk menghitung defleksi.

2.4 Lebar efektif elemen yang mengalami tekan merata dengan pengaku tepi

2.4.1 Umum

Untuk elemen yang mengalami tekan merata dengan pengaku tepi, lebar efektif untuk perhitungan kapasitas penampang atau komponen struktur dan perhitungan defleksi harus ditentukan masing-masing berdasarkan Pasal 2.4.2 dan 2.4.3.

2.4.2 Lebar efektif untuk perhitungan kapasitas

Untuk menentukan kapasitas penampang atau komponen struktur, lebar efektif (b_e) dari elemen yang mengalami tekan merata dengan pengaku tepi harus ditentukan sebagai berikut :

(a) $\frac{b}{t} \le 0{,}328S$

I_a adalah (tidak diperlukan pengaku tepi)

= momen inersia pengaku cukup, sehingga setiap elemen komponen struktur berperilaku sebagai elemen dengan pengaku

$b_e = b$ (2.4.2(1))

$b_1 = b_2 = b/2$ (lihat Gambar 2.4.2) (2.4.2(2))

$d_s = d_{se}$ (untuk pengaku lip sederhana) (2.4.2(3))

$A_s = A_{se}$ (untuk bentuk pengaku yang lain) (2.4.2(4))

(b) $\frac{b}{t} > 0{,}328S$

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

$$b_1 = \frac{b_e}{2}\left(\frac{I_s}{I_a}\right)$$ (lihat Gambar 2.4.2) (2.4.2(5))

$$b_2 = b_e - b_1$$ (lihat Gambar 2.4.2) (2.4.2(6))

$$d_s = d_{se}\left(\frac{I_s}{I_a}\right)$$ (untuk pengaku lip sederhana) (2.4.2(7))

$$A_s = A_{se}\left(\frac{I_s}{I_a}\right)$$ (untuk bentuk pengaku yang lain) (2.4.2(8))

$A_{se} = d_{set}$ (untuk pengaku seperti pada Gambar 2.4.2) (2.4.2(9))

$$I_s = \frac{d^3 t \sin^2\theta}{12}$$ (untuk pengaku seperti pada Gambar 2.4.2) (2.4.2(10))

$$I_a = 399t^4\left[\frac{(b/t)}{S} - 0{,}328\right]^3 \le t^4\left[115\frac{(b/t)}{S} + 5\right]$$ (2.4.2(11))

Jika I_s lebih besar atau sama dengan I_a, dalam Persamaan 2.4.2(5), (7), (8) dan Tabel 2.4.2. I_s sama dengan I_a

$$n = \left[0{,}582 - \frac{(b/t)}{4S}\right] \ge \frac{1}{3}$$ (2.4.2(12))

S adalah faktor kelangsingan

$$= 1{,}28\sqrt{E/f^*}$$ (2.4.2(13))

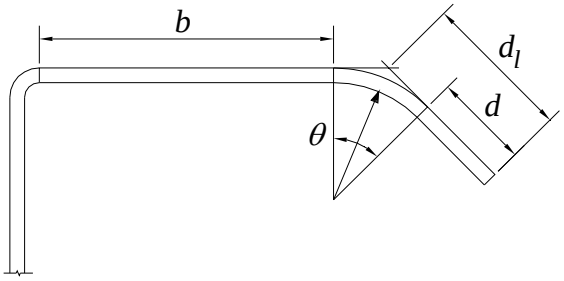
f^* adalah tegangan (lihat Gambar 2.4.2(b))

b_e harus dihitung sesuai dengan Pasal 2.2.1.2, dimana k diambil dari Tabel 2.4.2.

Tabel 2.4.2 Nilai koefisien tekuk pelat (k)

Koefisien tekuk pelat (k)		
Pengaku tepi lip sederhana ($140° \ge \theta \ge 40°$)		**Pengaku tepi yang lain**
$d_1/b \le 0{,}25$	$0{,}25 \le d_1/b \le 0{,}8$	
$3{,}57\left(\frac{I_a}{I_s}\right)^n + 0{,}43 \le 4$	$\left(4{,}82 - \frac{5d_l}{b}\right)\left(\frac{I_s}{I_a}\right)^n + 0{,}43 \le 4$	$3{,}57\left(\frac{I_s}{I_a}\right)^n + 0{,}43 \le 4$

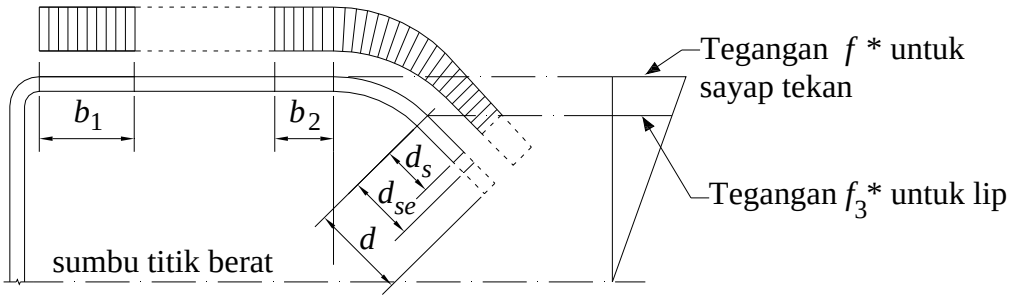
"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"



Keterangan

d_l, d = dimensi pengaku aktual

(a) Pengaku aktual dan efektif



Keterangan

d_{se} = lebar efektif dari pengaku dihitung sesuai Pasal 2.3.2.2

d_s = lebar efektif tereduksi dari pengaku

(b) Elemen efektif dan tegangan pada elemen efektif

Gambar 2.4.2 - Elemen dengan pengaku tepi lip sederhana

2.4.3 Lebar efektif untuk perhitungan defleksi

Untuk menentukan defleksi, lebar efektif (b_e) harus ditentukan berdasarkan Pasal 2.4.2, kecuali f_d^* menggantikan f^*.

2.5 Lebar efektif elemen dengan pengaku yang mengalami tekan merata dengan satu pengaku antara

2.5.1 Umum

Untuk elemen yang mengalami tekan merata dengan satu pengaku antara (lihat Gambar 2.5.2), lebar efektif untuk perhitungan kapasitas penampang atau komponen struktur dan perhitungan defleksi masing-masing harus ditentukan berdasarkan Pasal 2.5.2 dan 2.5.3.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

2.5.2 Lebar efektif untuk perhitungan kapasitas

Untuk menentukan kapasitas penampang atau komponen struktur, lebar efektif (b_e) dari elemen yang mengalami tekan merata dengan satu pengaku antara harus ditentukan sebagai berikut:

(a) $\frac{b_2}{t} \le S$

$I_a = 0$ (tidak memerlukan pengaku antara)

Adalah momen inersia pengaku cukup, sehingga setiap elemen komponen struktur berperilaku sebagai elemen dengan pengaku

$b_e = b$ (2.5.2(1))

b adalah lebar rata dari elemen tidak termasuk pojok atau bengkokan (lihat Gambar 2.5.2)

A_s adalah luas tereduksi pengaku

= A_{se}

A_{se} adalah luas efektif pengaku (2.5.2(2))

A_{se} harus digunakan untuk menghitung seluruh properti-properti penampang efektif. Titik berat pengaku dianggap terletak pada titik berat luas utuh pengaku, dan momen inersia pengaku terhadap sumbu netral pengaku dihitung dari penampang utuh pengaku.

(b) $\frac{b_2}{t} > S$

$$A_s = A_{se}\left(\frac{I_s}{I_a}\right) \quad (2.5.2(3))$$

n adalah eksponen

$$= \left[0{,}583 - \frac{(b_2/t)}{12S}\right] \ge \frac{1}{3} \quad (2.5.2(4))$$

k adalah koefisien tekuk pelat

$$= 3\left(\frac{I_s}{I_a}\right)^n + 1 \quad (2.5.2(5))$$

$$I_a = t^4\left[50\frac{(b_2/t)}{S} - 50\right] \text{ untuk } S < \frac{b_2}{t} < 3S \quad (2.5.2(6))$$

$$I_a = t^4\left[128\frac{(b_2/t)}{S} - 285\right] \text{ untuk } \frac{b_2}{t} \ge 3S \quad (2.5.2(7))$$

Keterangan:

b_2 adalah lebar rata elemen dengan pengaku antara tidak termasuk lengkungan (lihat Gambar 2.5.2(a))

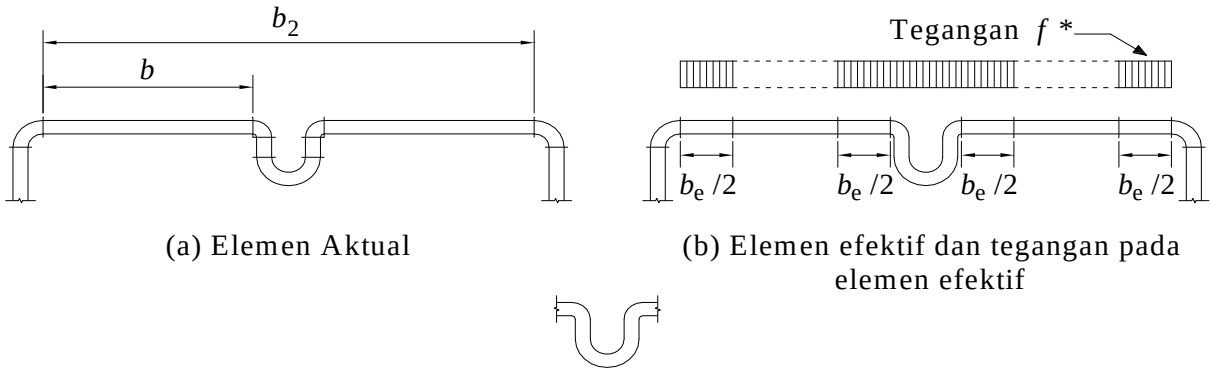
I_s adalah momen inersia pengaku utuh terhadap sumbu yang melalui titik berat yang sejajar dengan elemen yang akan diperkaku

S adalah faktor kelangsingan

$$= 1{,}28\sqrt{\frac{E}{f^*}} \quad (2.5.2(8))$$

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Bila I_s lebih besar atau sama dengan I_a, maka I_s = I_a padaPersamaan 2.5.2(3) dan (5). Lebar efektif b_e harus dihitung sesuai dengan Pasal 2.2.1.2, dimana k harus memenuhi Pasal ini.



(a) Elemen Aktual

(b) Elemen efektif dan tegangan pada elemen efektif

(c) Penampang pengaku

Gambar 2.5.2 - Elemen-elemen dengan satu pengaku antara

Nilai d_s, dihitung sesuai dengan Pasal 2.5.2, harus digunakan untuk menghitung seluruh properti penampang efektif.

2.5.3 Lebar efektif untuk perhitungan defleksi

Untuk menentukan defleksi, lebar efektif (b_e) harus ditentukan sesuai dengan Pasal 2.5.2, kecuali f_d^* menggantikan f^*.

2.6 Lebar efektif elemen dengan pengaku yang mengalami tekan merata dengan pengaku antara majemuk

2.6.1 Penentuan lebar efektif

Lebar efektif elemen harus ditentukan sebagai berikut :

$$b_e = \rho\left(\frac{A_g}{t}\right) \qquad (2.6.1(1))$$

Keterangan:

b_e adalah lebar efektif elemen, terletak pada ujung elemen termasuk pengaku (lihat Gambar 2.6.1(A))

ρ adalah faktor lebar efektif

$$= 1 \quad \text{jika } \lambda \le 0{,}673$$

$$= \frac{\left(1-\frac{0{,}22}{\lambda}\right)}{\lambda} \quad \text{jika } \lambda > 0{,}673 \qquad (2.6.1(2))$$

$$\lambda = \frac{1{,}052}{\sqrt{k}}\left(\frac{b_o}{t}\right)\sqrt{\frac{f^*}{E}} \qquad (2.6.1(3))$$

b_o adalah lebar rata total dari elemen dengan pengaku (lihat Gambar 2.6.1(B))

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

A_g adalah luas bruto elemen termasuk pengaku

t adalah ketebalan elemen

Koefisien tekuk pelat (k) harus ditentukan dari yang terkecil antara R_{kd} dan k_{1oc}, yang ditentukan sesuai dengan pasal 2.6.2 atau 2.6.3 ,

Keterangan—

R adalah faktor modifikasi untuk koefisien tekuk pelat distorsi

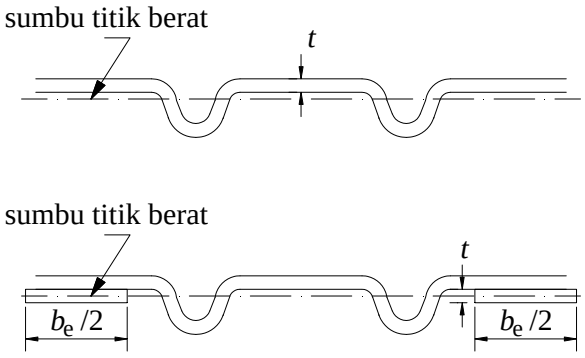
= 2 jika b_o/d_1 < 1

$$= \frac{11-(b_o/d_1)}{5} \geq \frac{1}{2} \quad \text{jika } b_o/d_1 \geq 1 \qquad (2.6.1(4))$$

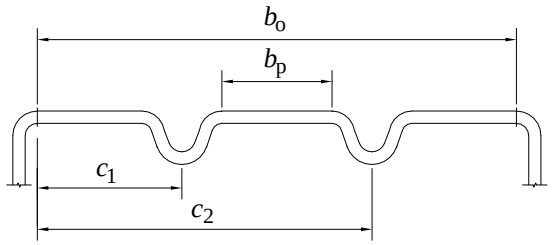
k_d adalah koefisien tekuk pelat untuk tekuk distorsi yang dihitung menggunakan Persamaan 2.6.2.1(2)

k_{1oc} adalah koefisien tekuk pelat untuk tekuk subelemen lokal yang dihitung menggunakan Persamaan 2.6.2.1(1)

d_1 adalah lebar elemen yang bersebelahan dengan elemen dengan pengaku, misalnya tinggi pelat badan pada penampang topi dengan pengaku antara majemuk pada sayap tekan adalah sama dengan d_1; bila elemen yang bersebelahan mempunyai lebar yang berbeda, maka digunakan yang paling kecil.



Gambar 2.6.1(A) - Lokasi lebar efektif



Gambar 2.6.1(B) - Lebar pelat dan lokasi pengaku

2.6.2 Kasus khusus : '*n*' pengaku identik, dengan jarak yang sama

2.6.2.1 Perhitungan kapasitas

$$k_{1oc} = 4(n+1)^2 \qquad (2.6.2.1(1))$$

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

$$k_d = \frac{(1+\beta^2)^2 + \gamma(1+n)}{\beta^2\left[1+\delta\left(n+1\right)\right]} \quad (2.6.2.1(2))$$

$$\beta = \left[1+\gamma(n+1)\right]^{\frac{1}{4}} \quad (2.6.2.1(3))$$

$$\gamma = \frac{10{,}92 I_{sp}}{b_o t^3} \quad (2.6.2.1(4))$$

$$\delta = \frac{A_s}{b_o t} \quad (2.6.2.1(5))$$

Keterangan:

β adalah koefisien

γ adalah faktor kepentingan

δ adalah koefisien

I_{sp} adalah momen inersia pengaku terhadap garis tengah bagian rata dari elemen. Lengkungan yang menghubungkan pengaku dengan bagian rata boleh diperhitungkan

b_o adalah lebar rata total dari elemen dengan pengaku (lihat Gambar 2.6.1(B))

A_s adalah luas bruto pengaku

Bila $I_{br} < \beta b_a$ maka I_{br}/b_o dapat diganti dengan β untuk memperhitungkan kenaikan kapasitas yang disebabkan oleh breising, dimana I_{br} adalah panjang breising yang tidak didukung atau pengekang lain yang mengekang tekuk distorsi dari elemen.

2.6.2.2 Perhitungan defleksi

Lebar efektif (b_e) yang digunakan dalam menghitung defleksi harus ditentukan sesuai dengan 2.6.2.1, kecuali f_d^* menggantikan f^*, dimana f_d^* adalah tegangan tekan desain pada elemen yang ditinjau berdasarkan penampang efektif pada saat pembebanan untuk menghitung defleksi.

2.6.3 Kasus umum pengaku dengan ukuran, lokasi dan jumlah yang sembarang

2.6.3.1 Perhitungan kapasitas

$$k_{loc} = 4\left(\frac{b_o}{b_p}\right)^2 \quad (2.6.3.1(1))$$

$$k_d = \frac{\left(1+\beta^2\right)^2 + 2\sum_{i=1}^{n}\gamma_i\omega_i}{\beta^2\left(1+2\sum_{i=1}^{n}\gamma_i\omega_i\right)} \quad (2.6.3.1(2))$$

$$\beta = \left(2\sum_{i=1}^{n}\gamma_i\omega_i + 1\right)^{\frac{1}{4}} \quad (2.6.3.1(3))$$

$$\gamma_i = \frac{10{,}92(I_{sp})_i}{b_o t^3} \quad (2.6.3.1(4))$$

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

$$\omega_i = \sin^2\left(\pi \frac{C_i}{b_o}\right) \quad (2.6.3.1(5))$$

$$\delta_i = \frac{(A_s)_i}{b_o t} \quad (2.6.3.1(6))$$

Keterangan:

b_p adalah lebar bagian rata subelemen yang paling besar (lihat Gambar 2.6.1(B))

ω_i adalah koefisien

C_i adalah jarak horizontal tepi elemen ke garis tengah pengaku (lihat Gambar 2.6.1(B))

i adalah indeks untuk pengaku 'i'

Jika $I_{br} < \beta b_o$ maka I_{br}/b_o dapat diganti dengan β untuk memperhitungkan pertambahan kapasitas yang disebabkan oleh breising.

2.6.3.2 Perhitungan defleksi

Lebar efektif (b_e) yang digunakan untuk menghitung defleksi harus ditentukan sesuai dengan Pasal 2.6.3.1, f_d^* menggantikan f^*, dimana f_d^* adalah tegangan tekan desain pada elemen yang ditinjau pada penampang efektif pada saat pembebanan untuk menghitung defleksi.

2.7 Lebar efektif elemen dengan pengaku tepi yang mengalami tekan merata dengan pengaku antara

Lebar efektif (b_e) dari elemen dengan pengaku tepi yang mengalami tekan merata dengan pengaku antara harus ditentukan sebagai berikut :

(a) Bila $b_2/t < S/3$, elemen efektif seluruhnya dan tidak ada reduksi tekuk lokal.

(b) Bila $b_2/t > S/3$, koefisien tekuk pelat (k) harus ditentukan sesuai dengan Pasal ini, tetapi b_2 menggantikan b dalam semua notasi,

Keterangan:

b_2 adalah lebar rata total dari elemen dengan pengaku tepi (lihat Gambar 2.5.2)

S adalah faktor kelangsingan

Jika k, yang dihitung sesuai dengan Pasal 2.4.2, kurang dari 4 (k < 4), maka pengaku antara harus diabaikan dan ketentuan Pasal 2.4.2 digunakan untuk menghitung b_e.

Jika k, yang dihitung sesuai dengan Pasal 2.4.2, sama dengan 4 (k = 4), maka b_e dari elemen dengan pengaku tepi harus dihitung sesuai dengan Pasal 2.6, dimana faktor modifikasi untuk koefisien tekuk pelat distorsi harus kurang dari atau sama dengan 1.

2.8 Elemen busur tekan

Elemen busur tekan berbentuk lingkaran atau parabola dengan pengaku pada kedua sisi, harus dianggap berpengaku dan efektif penuh bila momen inersia busur terhadap sumbu yang melalui titik berat yang sejajar bidang dasarnya, tidak kurang dari momen inersia minimum (I_{min}) yang tentukan di Pasal 2.5. Dalam Pasal ini, b harus diambil setengah panjang lengkungan dan rasio b/t tidak melampaui 60. Untuk kondisi yang lain, properti-properti geometri penampang harus ditentukan dengan uji beban sesuai dengan Bab 8.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

3 Komponen Struktur

3.1 Umum

Properti-properti penampang yang digunakan untuk menentukan kinerja struktur, kapasitas momen balok atau kapasitas komponen struktur aksial dalam tekan harus dihitung sesuai dengan Bab 2.

Baik properti penampang utuh maupun efektif, bila ada, harus diperhitungkan. Properti penampang penuh harus digunakan untuk menentukan momen atau tegangan tekuk. Properti penampang efektif harus digunakan untuk menentukan kapasitas penampang dan komponen struktur.

3.2 Komponen struktur yang menerima aksial tarik

3.2.1 Desain untuk aksial tarik

Sebuah komponen struktur yang menerima gaya aksial tarik desain (N^*) harus memenuhi:

$$N^* \le \phi_t N_t \qquad (3.2.1)$$

Keterangan:

ϕ_t adalah faktor reduksi kapasitas untuk komponen struktur tarik (lihat Tabel 1.6)

N_t adalah kapasitas penampang nominal dari komponen struktur dalam tarik yang ditentukan sesuai dengan Pasal 3.2.2

3.2.2 Kapasitas nominal penampang

Kapasitas nominal penampang dari sebuah komponen struktur tarik harus diambil sebagai nilai terkecil dari:

$$N_t = A_g f_y \text{; dan} \qquad (3.2.2(1))$$

$$N_t = 0{,}85 k_t A_n f_u \qquad (3.2.2(2))$$

Keterangan:

A_g adalah luas bruto penampang

f_y adalah tegangan leleh yang digunakan dalam desain

k_t adalah faktor koreksi untuk distribusi gaya yang ditentukan sesuai dengan Pasal 3.2.3.2

A_n adalah luas neto penampang, diperoleh dengan mengurangi luas bruto penampang dengan luas penampang penetrasi dan lubang, termasuk lubang pengencang

f_u adalah kekuatan tarik yang digunakan dalam desain

3.2.3 Distribusi gaya

3.2.3.1 Sambungan ujung yang menimbulkan distribusi gaya merata

Bila dalam desain diasumsikan bahwa gaya tarik terdistribusi merata pada suatu komponen struktur tarik, sambungan ujung harus memenuhi kedua syarat berikut ini:

(a) Sambungan harus dibuat untuk setiap bagian komponen struktur dan harus diletakkan simetris terhadap sumbu komponen struktur yang melalui titik beratnya.
(b) Setiap bagian sambungan secara proporsional memikul sekurang-kurangnya gaya desain maksimum yang dipikul oleh bagian komponen struktur yang tersambung.

Untuk sambungan yang memenuhi persyaratan ini, nilai k_t harus diambil sama dengan 1,0.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

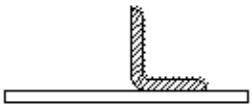
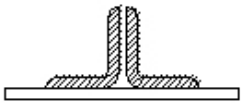
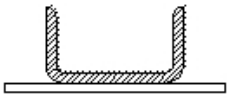
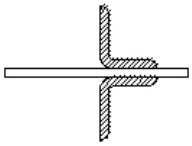
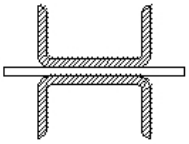
3.2.3.2 Sambungan ujung yang menimbulkan distribusi gaya yang tidak merata

Jika sambungan ujung dari sebuah komponen struktur tarik tidak memenuhi Pasal 3.2.3.1, maka komponen struktur tersebut harus didesain untuk memenuhi Pasal 3.5 dengan menggunakan k_t =1,0, kecuali bila Pasal 3.2.2 dapat digunakan untuk komponen-komponen struktur berikut:

(a) Siku dan kanal yang disambung eksentris
Siku dan kanal yang disambung eksentris dapat didesain sesuai dengan Pasal 3.2.2, menggunakan nilai k_t yang diberikan dalam Tabel 3.2.

(b) Kanal yang disambung hanya pada kedua sayapnya Komponen struktur penampang kanal gilas simetris atau tersusun yang disambung hanya pada kedua sayap-nya dapat didesain sesuai dengan Pasal 3.2.2 menggunakan nilai k_t = 0,85, bila:
   (i) Panjang antara baris pertama dan terakhir dari pengencang pada sambungan, atau jika komponen struktur disambung dengan las, panjang longitudinal las yang searah tepi sayap yang disambung, tidak kurang dari tinggi komponen struktur; dan
   (ii) Setiap sambungan sayap secara proporsional memikul sekurang-kurangnya setengah gaya desain maksimum yang dipikul oleh komponen struktur yang tersambung.

Tabel 3.2 - Faktor koreksi (k_t) untuk elemen yang diarsir

Kasus konfigurasi	Faktor koreksi (k_t)
(i) 	0,75 untuk siku tidak sama kaki yang dihubungkan pada kaki pendeknya 0,85 untuk kasus lainnya
(ii) 	Seperti kasus (i)
(iii) 	0,85
(iv) 	1,0
(v) 	1,0

3.3 Komponen struktur yang menerima lentur

3.3.1 Momen lentur

Momen lentur desain (M^*) dari komponen struktur lentur harus memenuhi persyaratan berikut ini:

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

(a) $M^* \le \phi_b M_s$ (3.3.1(1))

(b) $M^* \le \phi_b M_b$ (3.3.1(2))

Keterangan:

ϕ_b adalah faktor reduksi kapasitas untuk lentur (lihat Tabel 1.6)

M_s adalah kapasitas momen penampang nominal yang dihitung sesuai dengan Pasal 3.3.2

M_b adalah kapasitas momen komponen struktur nominal yang dihitung sesuai dengan Pasal 3.3.3

3.3.2 Kapasitas momen nominal penampang

3.3.2.1 Umum

Kapasitas momen nominal penampang (M_s) harus dihitung berdasarkan pelelehan awal pada penampang efektif yang ditentukan dalam Pasal 3.3.2.2 atau berdasarkan kapasitas cadangan inelastis yang ditentukan dalam Pasal 3.3.2.3.

3.3.2.2 Berdasarkan pelelehan awal

Kapasitas momen nominal penampang (M_s) harus ditentukan sebagai berikut:

$M_s = Z_e f_y$ (3.3.2.2)

Dimana Z_e adalah modulus penampang efektif yang dihitung pada serat tekan atau tarik terluar pada tegangan f_y.

3.3.2.2 Berdasarkan kapasitas cadangan inelastis

Kapasitas cadangan lentur inelastis dapat digunakan jika kondisi-kondisi berikut dipenuhi:

(a) Komponen struktur tidak menerima puntir atau tekuk: lateral, torsi, distorsi, atau lentur-torsi.

(b) Efek proses canai dingin tidak diperhitungkan dalam menentukan tegangan leleh (f_y).

(c) Untuk Poin (i) (di bawah), rasio tinggi bagian pelat badan yang mengalami tekan (d_w) terhadap ketebalannya (t_w) tidak melebihi rasio kelangsingan (λ_1).

(d) Gaya geser desain (V^*) tidak melebihi 0,35 f_y kali luas pelat badan ($d_1 t_w$) untuk Poin (i) (di bawah) dan (b_t) untuk Poin (ii) (di bawah).

(e) Sudut antara pelat badan dan garis tegak lurus sayap tidak melebihi 30°.

Kapasitas momen penampang nominal (M_s) tidak boleh melebihi $1{,}25 Z_e f_y$ dimana $Z_e f_y$ harus ditentukan sesuai dengan Pasal 3.3.2.2 atau yang menimbulkan regangan tekan maksimum sebesar $C_y e_y$,

Keterangan:

C_y adalah faktor regangan tekan

e_y adalah regangan leleh

$= \dfrac{f_y}{E}$ (3.3.2.3(1))

E adalah Modulus elastisitas Young (200 x 10^3 MPa)

CATATAN Tidak ada batasan untuk regangan tarik maksimum.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Faktor regangan tekan (C_y) harus ditentukan sebagai berikut:

(i) Untuk elemen tekan dengan pengaku tanpa pengaku antara:

Untuk $b/t \le \lambda_1$: $C_y = 3$ (3.3.2.3(2))

Untuk $\lambda_1 < b/t \le \lambda_2$: $C_y = 3 - 2[((b/t) - \lambda_1)/(\lambda_2 - \lambda_1)]$ (3.3.2.3(3))

Untuk $b/t \ge \lambda_2$: $C_y = 1$ (3.3.2.3(4))

$$\lambda_1 = \frac{1{,}11}{\sqrt{f_y / E}} \quad \text{(3.3.2.3(5))}$$

$$\lambda_2 = \frac{1{,}28}{\sqrt{f_y / E}} \quad \text{(3.3.2.3(6))}$$

(ii) Untuk elemen tekan tanpa pengaku:

(A) Yang menerima tegangan tidak merata yang menyebabkan tekan pada satu tepi longitudinal dan tarik tepi longitudinal yang lain dari elemen tanpa pengaku.

Untuk $\lambda \le \lambda_3$ $C_y = 3$

Untuk $\lambda_3 < \lambda < \lambda_4$ $C_y = 3 - 2[(\lambda - \lambda_3)/(\lambda_4 - \lambda_3)]$ (3.3.2.3(7))

Untuk $\lambda \ge \lambda_4$ $C_y = 1$

$\lambda_3 = 0{,}43$

$\lambda_4 = 0{,}673(1 - \psi)$ (3.3.2.3(8))

dimana λ dan ψ harus ditentukan sesuai dengan Pasal 2.3.2.2

(B) Yang menerima tegangan tidak merata yang menyebabkan tekan pada kedua tepi longitudinal dari elemen tanpa pengaku

$C_y = 1$

(iii) Untuk elemen tekan dengan pengaku majemuk dan elemen tekan dengan pengaku tepi:

$C_y = 1$

Jika memungkinkan, lebar desain efektif harus digunakan dalam menghitung properti-properti penampang. M_s harus dihitung dengan memperhatikan kesetimbangan tegangan, dengan mengasumsikan kurva tegangan-regangan elastis-plastis ideal yang sama baik untuk tarik maupun tekan, deformasi kecil, dan bidang rata penampang tetap rata selama terlentur. Kombinasi lentur dan lipat pelat badan harus sesuai dengan Pasal 3.3.7.

3.3.3 Kapasitas momen komponen struktur nominal

3.3.3.1 Umum

Kapasitas momen komponen struktur nominal (M_b) harus lebih kecil dari M_s dan nilainya dihitung sesuai dengan Pasal 3.3.3.2 dan 3.3.3.3. Pasal 3.3.3.4 boleh digunakan untuk menggantikan Pasal 3.3.3.2 bila sesuai.

3.3.3.2 Komponen struktur yang menerima tekuk lateral

3.3.3.2.1 Komponen struktur penampang terbuka

Pasal ini tidak berlaku untuk dek berpelat badan majemuk, boks U, dan komponen struktur lengkung atau lengkungan yang mengalami tekuk lateral. Pasal ini juga tidak berlaku untuk

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

komponen struktur yang penampangnya mengalami distorsi lateral, seperti komponen struktur yang sebenarnya stabil secara lateral yang sayap tekan tanpa breisingnya mengalami tekuk lateral.

Untuk gording dari kanal atau penampang Z dimana sayap tariknya terhubung ke lembaran, lihat Pasal 3.3.3.4.

Kapasitas momen komponen struktur nominal (M_b) dari segmen-segmen tanpa breising lateral dari penampang simetris tunggal, ganda dan titik yang menerima tekuk lateral harus dihitung sebagai berikut:

$$M_b = Z_c f_c \qquad (3.3.3.2(1))$$

Keterangan:

Z_c adalah modulus penampang efektif yang dihitung pada tegangan f_c pada serat tekan terluar

$$f_c = M_c / Z_f \qquad (3.3.3.2(2))$$

M_c adalah momen kritis

Z_f adalah modulus penampang utuh tanpa reduksi pada serat tekan terluar

Momen kritis (M_c) harus dihitung sebagai berikut:

Untuk $\lambda_b \le 0{,}60$: $M_c = M_y$ (3.3.3.2(3))

Untuk $0{,}60 < \lambda_b < 1{,}336$: $M_c = 1{,}11 M_y \left[1 - \frac{10\lambda_b^2}{36}\right]$ (3.3.3.2(4))

Untuk $\lambda_b \ge 1{,}336$: $M_c = M_y \left(\frac{1}{\lambda_b^2}\right)$ (3.3.3.2(5))

Keterangan:

λ_b adalah rasio kelangsingan nondimensi yang digunakan untuk menentukan M_c untuk komponen struktur yang mengalami tekuk lateral.

$$= \sqrt{\frac{M_y}{M_o}} \qquad (3.3.3.2(6))$$

M_y adalah momen yang menyebabkan leleh pertama pada serat tekan terluar dari penampang utuh

$$= Z_f f_y \qquad (3.3.3.2(7))$$

M_o adalah momen tekuk elastis

M_o harus ditentukan sebagai berikut:

(a) Untuk penampang simetris: tunggal, ganda dan titik (lihat Gambar 1.5(a), (b) and (c)) Untuk penampang simetris tunggal, sumbu x adalah sumbu simetri yang arahnya sedemikian rupa sehingga pusat geser memiliki koordinat x negatif dan y_o sama dengan nol;

(i) Untuk penampang simetris tunggal yang melengkung terhadap sumbu simetrinya, untuk penampang simetris ganda yang melengkung terhadap sumbu x, dan penampang Z yang melengkung terhadap sumbu yang tegak lurus terhadap pelat badan, M_o harus dihitung sebagai berikut:

$$M_o = C_b A r_{o1} \sqrt{f_{oy} f_{oz}} \qquad (3.3.3.2(8))$$

Keterangan:

C_b adalah koefisien yang tergantung pada distribusi momen pada segmen yang tidak dibreising lateral

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

$$= \frac{12{,}5M_{max.}}{2{,}5M_{max.} + 3M_3 + 4M_4 + 3M_5} \quad (3.3.3.2(9))$$

M_{max} adalah nilai mutlak dari momen maksimum pada segmen yang tidak dibreising

M_3 adalah nilai mutlak momen pada seperempat bentang dari segmen yang tidak dibreising.

M_4 adalah nilai mutlak momen pada tengah bentang dari segmen yang tidak dibreising.

M_5 adalah nilai mutlak momen pada tiga perempat bentang dari segmen yang tidak dibreising.

C_b boleh diambil sama dengan 1 dalam segala kasus. Untuk kantilever dimana ujung bebasnya tidak dibreising, C_b harus diambil sama dengan 1. Alternatif lain, C_b boleh dihitung dari Tabel 3.3.3.2.

A adalah luas penampang utuh

r_{o1} adalah radius girasi polar penampang terhadap pusat geser

$$= \sqrt{r_x^2 + r_y^2 + x_o^2 + y_o^2} \quad (3.3.3.2(10))$$

r_x, r_y adalah radius girasi penampang terhadap sumbu x dan y

x_o, y_o adalah koordinat pusat geser penampang

f_{oy} adalah tegangan tekuk elastis pada komponen struktur tekan yang dibebani secara aksial untuk tekuk lentur terhadap sumbu y.

$$= \frac{\pi^2 E}{\left(l_{ey}/r_y\right)^2} \quad (3.3.3.2(11))$$

f_{oz} adalah tegangan tekuk elastis pada komponen struktur tekan yang dibebani secara aksial untuk tekuk torsi

$$= \frac{GJ}{Ar_{o1}^2}\left(1 + \frac{\pi^2 El_w}{GJl_{ez}^2}\right) \quad (3.3.3.2(12))$$

l_{ex}, l_{ey}, l_{ez} adalah panjang efektif untuk tekuk terhadap sumbu x, y dan puntir

G adalah modulus elastisitas geser (80 x 10^3 MPa)

J adalah konstanta torsi untuk penampang

I_w adalah konstanta puntir lengkung untuk penampang

Nilai I_y yang akan digunakan dalam perhitungan f_{oy} untuk penampang Z harus diambil nilai yang dihitung terhadap sumbu utama minor miring. Sebagai alternatif, untuk penampang Z yang dikekang oleh lembaran terhadap pergerakan lateral yang secara efektif memberikan breising bagi sayap tarik sesuai dengan Pasal 4.3.2.1, nilai I_y dan I_w harus diambil sama dengan nilai-nilai I_y dan I_w untuk kanal yang ekuivalen dengan penampang Z dengan arah sayapnya yang dibalik.

Untuk kanal atau penampang Z yang diberi breising tengah sesuai dengan Pasal 4.3.2.3, interval breising (a) harus digunakan sebagai pengganti panjang l_{ey}, l_{ez} dalam perhitungan M_o.

Interval breising (a) dan koefisien (C_b) untuk beban yang terdistribusi merata, yang bekerja sepanjang bentang balok bertumpuan sederhana dengan breising tengah, dapat dilihat pada Tabel 3.3.3.2.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Alternatif lain, M_o dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.3.3.2(17) untuk penampang Z simetris titik.

(ii) Untuk penampang simetris tunggal yang melengkung terhadap sumbu yang melalui titik berat yang tegak lurus terhadap sumbu simetrinya, M_o harus dihitung sebagai berikut:

$$M_o = \frac{C_s A f_{ox}\left[\left(\beta_y/2\right) + C_s\sqrt{\left(\beta_y/2\right)^2 + r_{o1}^2\left(f_{oz}/f_{ox}\right)}\right]}{C_{TF}} \qquad (3.3.3.2(13))$$

Keterangan:

f_{ox} adalah tegangan tekuk elastis pada komponen struktur tekan yang dibebani secara aksial untuk tekuk lentur terhadap sumbu x.

$$= \frac{\pi^2 E}{\left(l_{ex}/r_x\right)^2} \qquad (3.3.3.2(14))$$

C_{TF} adalah koefisien untuk momen ujung yang tidak sama

$$= 0{,}6 - 0{,}4\left(\frac{M_1}{M_2}\right) \qquad (3.3.3.2(15))$$

M_1 adalah momen yang lebih kecil dan M_2 adalah momen yang lebih besar pada ujung-ujung bentang tanpa breising. Rasio momen-momen ujung (M_1/M_2) adalah positif bila M_1 dan M_2 memiliki tanda yang sama (lentur kurvatur berbalik arah) dan negatif bila M_1 dan M_2 berlawanan tanda (lentur kurvatur tunggal). Bila momen lentur pada setiap titik dalam bentang tanpa breising adalah lebih besar daripada momen lentur pada kedua ujung bentang, C_{TF} diambil sama dengan 1.

C_s adalah koefisien

= +1, untuk momen yang menimbulkan tekan pada sisi pusat geser dari titik berat. (lihat Gambar E1 pada Lampiran E)

= –1, untuk momen yang menimbulkan tarik pada sisi pusat geser dari titik berat. (lihat Gambar E1 pada Lampiran E)

β_y adalah konstanta penampang simetris tunggal terhadap sumbu y (lihat Paragraf E2 pada Lampiran E)

$$= \frac{I}{I_y}\left(\int_A xy^2 dA + \int_A x^3 dA\right) - 2x_o \qquad (3.3.3.2(16))$$

I_y adalah momen inersia penampang terhadap sumbu y.

x, y adalah sumbu-sumbu utama penampang

(b) Untuk penampang Z simetris titik. Untuk penampang Z simetris titik, M_o harus dihitung sebagai berikut:

$$M_o = \frac{\pi^2 E C_b d I_{yc}}{2l^2} \qquad (3.3.3.2(17))$$

Keterangan:

I_{yc} adalah momen inersia bagian tekan dari sebuah penampang terhadap sumbu titik berat dari penampang utuh yang sejajar terhadap pelat badan, menggunakan penampang utuh tanpa reduksi.

l adalah panjang komponen struktur tanpa breising.

Alternatif lain, nilai M_o dapat ditentukan dengan analisis tekuk lentur-torsi yang rasional.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Tabel 3.3.3.2 - Koefisien (C_b) untuk balok bertumpuan sederhana bentang tunggal dengan beban terdistribusi merata sepanjang bentang

Posisi beban	Koefisien (C_b)		
	Tanpa breising ($a = l$) (lihat Catatan 1)	Satu breising di tengah ($a = 0,5l$)	Breising setiap sepertiga bentang ($a = 0,33l$) (lihat Catatan 2)
Sayap tarik	1,92	1,59	1,47
Pusat geser	1,22	1,37	1,37
Sayap tekan	0,77	1,19	1,28

CATATAN

1. Balok kanal dan penampang Z tanpa breising antara dapat menunjukkan puntir yang berlebihan walaupun telah didukung secara torsi oleh lembaran.
2. C_b digunakan pada penampang tengah

3.3.3.2.2 Komponen struktur boks tertutup

Untuk komponen struktur boks tertutup, kapasitas momen komponen struktur nominal (M_b) harus ditentukan sebagai berikut:

(a) Bila panjang komponen struktur tanpa breising kurang dari atau sama dengan l_u, maka M_b harus ditentukan sesuai dengan Pasal 3.3.3.2.1,

Keterangan:

l_u adalah batasan panjang tanpa breising dimana tekuk torsi lateral tidak perlu diperhitungkan.

$$= \frac{0,36C_b\pi}{f_y Z_f}\sqrt{EGJI_y} \qquad (3.3.3.2(18))$$

(b) Bila panjang komponen struktur tanpa breising lateral lebih besar dari l_u, maka M_b harus ditentukan sesuai dengan Pasal 3.3.3.2.1, dimana momen tekuk elastis (M_o) harus dihitung sebagai berikut:

$$M_o = \frac{C_b\pi}{l}\sqrt{EGJI_y} \qquad (3.3.3.2(19))$$

Keterangan:

l adalah panjang komponen struktur yang tidak dibreising secara lateral

3.3.3.3 Komponen struktur yang menerima tekuk distorsi

Kapasitas momen komponen struktur nominal (M_b) dari penampang yang menerima tekuk distorsi harus dihitung sebagai berikut:

$$M_b = Z_c f_c \qquad (3.3.3.3(1))$$

Kasus-kasus berikut (bila sesuai) harus diperhitungkan:

(a) Jika tekuk distorsi melibatkan rotasi sayap dan lip terhadap pertemuan sayap/pelat badan dari kanal atau penampang Z. Z_c adalah modulus penampang utuh kecuali jika k_φ dalam Persamaan D3(2) bernilai negatif maka Z_c adalah modulus penampang efektif yang dihitung pada tegangan (f_c) pada serat tekan terluar menggunakan k = 4,0 untuk

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

sayap tekan pada Persamaan 2.2.1.2(4) dan mengabaikan Pasal 2.4.1, dimana f_c harus dihitung sebagai berikut:

$$f_c = M_c / Z_f \quad (3.3.3.3(2))$$

Keterangan:

M_c adalah momen kritis

Z_f adalah modulus penampang utuh

Momen kritis (M_c) harus dihitung sebagai berikut:

Untuk $\lambda_d \le 0{,}674$: $M_c = M_y$ (3.3.3.3(3))

Untuk $\lambda_d > 0{,}674$: $M_c = \frac{M_y}{\lambda_d}\left(1 - \frac{0{,}22}{\lambda_d}\right)$ (3.3.3.3(4))

(b) Jika tekuk distorsi melibatkan lentur transversal dari pelat badan vertikal dengan perpindahan lateral sayap tekan Z_c adalah modulus penampang efektif yang dihitung pada tegangan (f_c) pada serat tekan terluar, dimana f_c harus dihitung menggunakan Persamaan 3.3.3.3(2).

Momen kritis (M_c) harus dihitung sebagai berikut:

Untuk $\lambda_d < 0{,}59$: $M_c = M_y$ (3.3.3.3(5))

Untuk $0{,}59 < \lambda_d \le 1{,}70$: $M_c = M_y\left(\frac{0{,}59}{\lambda_d}\right)$ (3.3.3.3(6))

Untuk $\lambda_d \ge 1{,}70$: $M_c = M_y\left(\frac{1}{\lambda_d^2}\right)$ (3.3.3.3(7))

Keterangan:

M_y adalah momen yang menimbulkan leleh pertama pada serat tekan terluar dari penampang utuh

λ_d adalah kelangsingan non-berdimensi yang digunakan untuk menentukan M_c untuk komponen struktur yang menerima tekuk distorsi

$$= \sqrt{\frac{M_y}{M_{od}}} \quad (3.3.3.3(8))$$

M_{od} adalah momen tekuk elastis pada ragam distorsi

$$= Z_f f_{od} \quad (3.3.3.3(9))$$

f_{od} adalah tegangan tekuk distorsi elastis

CATATAN f_{od} boleh dihitung menggunakan persamaan-persamaan yang sesuai pada Lampiran D atau analisis tekuk elastis yang rasional.

3.3.3.4 Balok yang memiliki satu sayap yang dikencangkan menembus lembaran

Kapasitas momen komponen struktur nominal (M_b) dari penampang kanal atau Z yang dibebani pada bidang yang sejajar pelat badan, dengan sayap tarik terhubung ke lembaran dan sayap tekannya tidak dibreising lateral, harus dihitung sebagai berikut:

$$M_b = RZ_e f_y \quad (3.3.3.4)$$

dimana R adalah faktor reduksi.

Faktor reduksi (R) harus diambil sebagai berikut:

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

(a) Beban hisap Untuk gording menerus dengan lewatan yang memiliki tiga bentang atau lebih menggunakan penampang Z, dan bentang sederhana menggunakan kanal atau penampang Z dengan ring per, faktor R harus diambil sebagai berikut:
(i) Tanpa penghubung ..... 0,75.
(ii) Satu baris penghubung pada bentang ujung dan interior ..... 0,85.
(iii) Dua baris penghubung pada bentang ujung dan satu baris atau lebih pada bentang interior dari gording menerus dengan lewatan .....0,95.
(iv) Dua baris penghubung pada bentang sederhana..... 1,00.

Kombinasi lentur dan geser pada ujung lewatan harus diperhitungkan untuk kasus dua baris penghubung.
Untuk bentang ganda menggunakan penampang Z, faktor R harus diambil sebagai berikut:
(A) Tanpa penghubung ..... 0,60.
(B) Satu baris penghubung pada tiap bentang ..... 0,70.
(C) Dua baris penghubung pada tiap bentang ..... 0,80.

CATATAN Untuk bentang sederhana tanpa ring per, nilai-nilai yang direkomendasikan pada Spesifikasi AISI harus digunakan.

(b) Beban ke bawah Untuk gording menerus dengan lewatan dengan tiga bentang atau lebih menggunakan penampang Z, tanpa penghubung atau konfigurasi yang lain, faktor R harus diambil sama dengan 0,85.
Kombinasi lentur dan geser pada ujung lewatan tidak perlu diperhitungkan secara terpisah dalam kasus ini.

Faktor reduksi (R) harus dibatasi pada sistem atap dan dinding yang memenuhi:
(i) Tinggi komponen struktur harus kurang dari atau sama dengan 300 mm.
(ii) Sayap harus berupa elemen tekan dengan pengaku tepi dengan lip tegak lurus terhadap sayap dengan pengaku.
(iii) 75 < tinggi/tebal < 135
(iv) 2,3 < tinggi /lebar sayap < 3,2
(v) 25 < lebar rata/tebal sayap < 44
(vi) Untuk sistem bentang menerus, panjang lewatan total pada setiap tumpuan interior dalam semua arah (jarak as ke as 2 batu terluar dari sambungan lewatan) tidak boleh kurang dari:
(A) 13% bentang untuk sistem tiga bentang; dan
(B) 15% bentang untuk sistem bentang ganda, sedemikian hingga baut pendukung terletak pada tengah lewatan.
(vii) Panjang bentang komponen struktur tidak boleh lebih dari 10,5 m.
(viii) Untuk sistem bentang menerus, bentang komponen struktur terpanjang tidak boleh 20% lebih panjang dari bentang terpendek.
(ix) Pelat *cleat* harus digunakan pada perletakan.
(x) Panel atap atau dinding harus berupa lembaran baja, dengan tebal logam dasar minimum 0,42 mm, dengan tinggi rusuk minimum 27 mm, berjarak maksimum 200 mm dari pusat-ke-pusat, dan terpasang sedemikian rupa sehingga dapat menahan pergerakan relatif antar panel dan sayap gording secara efektif.
(xi) Insulasi tidak boleh digunakan di antara lembaran atap dan gording.
(xii) Tipe pengencang setidaknya harus sekrup untuk logam lembaran *self-drilling* atau *self-tapping* No. 12 untuk sistem tiga bentang dan bentang ganda, dan sekrup No. 12 dengan ring penyebar beban (*load-spreading washers*) untuk bentang sederhana. Pengencang harus dipasang sepanjang sambungan lewatan antarlembaran.
(xiii) Sekrup-sekrup harus dikencangkan di puncak lembaran.
(xiv) Pengencang harus ada pada setiap puncak lembaran.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

(xv) Tipe penghubung harus secara efektif dapat mencegah deformasi lateral dan torsi pada titik-titik tumpuan.

Jika variabel-variabel yang digunakan tidak memenuhi salah satu persyaratan pada Poin (i) sampai (xv), harus dilakukan pengujian skala penuh sesuai dengan Bab 6, atau dilakukan prosedur analisis lain yang rasional. Dalam segala kasus, diperkenankan melakukan pengujian, sesuai dengan Bab 6, sebagai alternatif dari prosedur yang disebutkan dalam Pasal ini.

3.3.3.5 Balok yang satu sayapnya dikencangkan ke atap tanpa sambungan atau sistem *clip-fixed deck*

Kapasitas momen penampang nominal (M_s) dari kanal atau penampang Z, yang ditambahkan pada bidang sejajar pelat badan dengan sayap atas menahan sebuah sistem atap tanpa sambungan harus ditentukan menggunakan sebuah breising titik diskrit dan persyaratan di Pasal 3.3.3.2.1, atau harus dihitung sebagai berikut:

$$M_s = RS_e f_y \qquad (3.3.3.5)$$

$$\phi_b = 0{,}9$$

Keterangan:

R adalah faktor reduksi yang ditentukan dengan melakukan tes sesuai dengan Bab 8.

S_e adalah modulus penampang elastis dari penampang efektif dihitung saat serat tekan atau tarik terluar mengalami tegangan sebesar f_y

3.3.4 Geser

3.3.4.1 Kapasitas geser pelat badan tanpa lubang

Gaya geser desain (V^*) pada setiap potongan penampang harus memenuhi— $V^* \le \phi_v V_v$

Keterangan:

ϕ_v adalah faktor reduksi kapasitas untuk geser (lihat Tabel 1.6)

V_v adalah kapasitas geser nominal pelat badan

Kapasitas geser nominal (V_v) dari pelat badan harus dihitung dari persamaan berikut yang sesuai,

Untuk $d_1/t_w \le \sqrt{Ek_v/f_y}$: $V_v = 0{,}64 f_t d_1 t_w$ (3.3.4(1))

Untuk $\sqrt{Ek_v/f_y} < d_1/t_w \le 1{,}415\sqrt{Ek_v/f_y}$: $V_v = 0{,}64 t_w^2 \sqrt{Ek_v/f_y}$ (3.3.4(2))

Untuk $d_1/t_w > 1{,}415\sqrt{Ek_v/f_y}$: $V_v = \dfrac{0{,}905 Ek_v t^3 w}{d_1}$ (3.3.4(3))

Keterangan:

d_1 adalah tinggi bagian rata pelat badan diukur sepanjang bidang pelat badan

t_w adalah tebal pelat badan

k_v adalah koefisien tekuk geser yang ditentukan sebagai berikut:

(i) Untuk pelat badan tanpa pengaku: k_v = 5,34

(ii) Untuk pelat badan balok dengan pengaku transversal yang sesuai dengan Pasal 2.7—

Untuk $a/d_1 \le 1{,}0$: $k_v = 4{,}00 + [5{,}34/(a/d_1)^2]$ (3.3.4(4))

Untuk $a/d_1 > 1{,}0$: $k_v = 5{,}34 + [4{,}00/(a/d_1)^2]$ (3.3.4(5))

a adalah panjang panel geser untuk elemen pelat badan tanpa pengaku; atau jarak antara pengaku transversal untuk elemen pelat badan dengan pengaku

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Untuk pelat badan dengan dua lembaran atau lebih, setiap lembaran harus diperhitungkan sebagai elemen terpisah yang memikul bagian gaya gesernya sendiri.

3.3.4.2 Kapasitas geser pelat badan penampang kanal dengan lubang

Kapasitas geser dari pelat badan penampang kanal dengan lubang harus berada dalam batasan-batasan berikut:

(a) $d_{wh} / d_1 < 0{,}7$,

Keterangan:

d_{wh} adalah tinggi lubang pelat badan

d_1 adalah tinggi bagian rata pelat badan diukur sepanjang bidang pelat badan

(b) $d_{wh} / t \le 200$.

(c) Lubang-lubang diletakkan di tengah-tengah ketinggian pelat badan.

(d) Jarak bersih antar lubang lebih besar atau sama dengan 450 mm.

(e) Lengkungan pojok lubang nonlingkaran lebih besar atau sama dengan $2t$.

(f) Lubang nonlingkaran dengan $d_o \le 65$ mm dan $b \le 115$ mm, dimana b adalah panjang lubang pelat badan.

(g) Diameter lubang lingkaran kurang atau sama dengan 150 mm.

(h) d_o > 15 mm.

Kapasitas geser nominal (V_v) yang ditentukan sesuai dengan Pasal 3.3.4.1 harus dikalikan dengan q_s , **Keterangan:**

$$q_s = 1{,}0 \quad \text{bila} \quad \frac{c}{t} \ge 54 \qquad (3.3.4.2(1))$$

$$= \frac{c}{54t} \quad \text{bila} \quad 5 \le \frac{c}{t} < 54 \qquad (3.3.4.2(2))$$

$$c = \frac{d_1}{2} - \frac{d_{wh}}{2{,}83} \quad \text{untuk lubang lingkaran} \qquad (3.3.4.2(3))$$

$$= \frac{d_1}{2} - \frac{d_{wh}}{2} \quad \text{untuk lubang nonlingkaran} \qquad (3.3.4.2(4))$$

d_{wh} adalah tinggi lubang pelat badan

b adalah panjang lubang pelat badan

d_1 adalah tinggi bagian rata pelat badan diukur sepanjang bidang pelat badan

3.3.5 Kombinasi lentur dan geser

Untuk balok dengan pelat badan tanpa pengaku, momen lentur desain (M^*) dan gaya geser desain (V^*) harus memenuhi:

$$\left(\frac{M^*}{\phi_b M_s}\right)^2 + \left(\frac{V^*}{\phi_v V_v}\right)^2 \le 1{,}0 \qquad (3.3.5(1))$$

Untuk balok dengan pengaku pelat badan transversal, momen lentur desain (M^*) harus memenuhi:

$$M^* \le \phi_b M_b \qquad (3.3.5(2))$$

Gaya geser desain (V^*) harus memenuhi—

$$V^* \le \phi_v V_v \qquad (3.3.5(3))$$

Jik $\frac{M^*}{\phi_b M_s} > 0{,}5$; dan

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

$$\frac{V^*}{\phi_v V_v} > 0{,}7$$

Maka M^* dan V^* harus memenuhi—

$$0{,}6\left(\frac{M^*}{\phi_b M_s}\right)+\left(\frac{V^*}{\phi_v V_v}\right)\le 1{,}3 \qquad (3.3.5(4))$$

Keterangan:

M_s adalah kapasitas momen penampang nominal terhadap sumbu-sumbu yang melalui titik berat, ditentukan sesuai dengan Pasal 3.3.2

V_v adalah kapasitas geser nominal bila hanya ada geser saja, ditentukan sesuai dengan Pasal 3.3.4

M_b adalah kapasitas momen komponen struktur nominal bila hanya ada lentur saja, ditentukan sesuai dengan Pasal 3.3.3

3.3.6 Tumpu

3.3.6.1 Desain tumpu

Komponen struktur yang menerima tumpu R_b^* harus memenuhi:

$$R_b^* \le \phi_w R_b \qquad (3.3.6.1)$$

Keterangan:

ϕ_w adalah faktor reduksi kapasitas untuk tumpu (lihat Tabel 1.6)

R_b adalah kapasitas nominal untuk beban atau reaksi terpusat untuk sebuah pelat badan solid yang menghubungkan sayap atas dan bawah.

3.3.6.2 Tumpu tanpa lubang

Kapasitas nominal untuk beban atau reaksi terpusat untuk sebuah pelat badan solid yang menghubungkan sayap atas dan bawah (R_b) harus ditentukan sebagai berikut :

$$R_b = C t_w^2 f_y \sin\theta \left(1 - C_r\sqrt{\frac{r_i}{t_w}}\right)\left(1 + C_l\sqrt{\frac{l_b}{t_w}}\right)\left(1 - C_w\sqrt{\frac{d_1}{t_w}}\right) \qquad (3.3.6.2)$$

Keterangan:

C adalah koefisien (lihat Tabel 3.3.6.2(A) hingga (E))

t_w adalah tebal pelat badan

θ adalah sudut antara bidang pelat badan dan bidang permukaan tumpu. θ harus dalam batasan berikut :

$90° \ge \theta \ge 45°$

C_r adalah koefisien radius dalam dari suatu bengkokan (lihat Tabel 3.3.6.2(A) hingga (E))

r_i adalah radius dalam bengkokan

C_l adalah koefisien panjang *tumpu (lihat Tabel* 3.3.6.2(A) hingga (E))

l_b adalah panjang tumpu aktual. Dalam kasus dua beban terpusat yang sama besar dan berlawanan arah, yang terdistribusi sepanjang panjang tumpu yang tidak seragam, harus digunakan nilai l_b yang lebih kecil.

C_w adalah koefisien kelangsingan pelat badan (lihat Tabel 3.3.6.2(A) hingga (E))

d_1 adalah tinggi bagian rata pelat badan diukur sepanjang bidang pelat badan

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Pelat badan komponen struktur lentur yang d_1/t_w lebih besar dari 200 harus dipasang dalam jumlah yang cukup agar mampu menyalurkan aksi atau reaksi terpusat yang bekerja secara langsung ke bagian pelat badan.

R_b adalah kapasitas nominal untuk beban atau reaksi untuk sebuah pelat badan solid yang menghubungkan sayap atas dan bawah. Untuk pelat badan yang terdiri dari dua lembaran atau lebih, R_b harus dihitung untuk setiap lembaran dan hasilnya dijumlahkan untuk mendapatkan beban atau reaksi nominal pada penampang utuh.

Pembebanan atau reaksi pada satu-sayap terjadi ketika jarak bersih antara tepi tumpu dari aksi berlawanan terpusat yang berdekatan kurang dari 1,5 d_1.

Pembebanan atau reaksi pada dua-sayap terjadi ketika jarak bersih antara tepi tumpu dari aksi berlawanan terpusat yang berdekatan kurang dari atau sama dengan 1,5 d_1.

Pembebanan atau reaksi ujung terjadi ketika jarak dari tepi tumpu ke ujung komponen struktur kurang dari atau sama dengan 1,5 d_1.

Pembebanan atau reaksi interior terjadi ketika jarak dari tepi tumpu ke ujung komponen struktur lebih besar dari 1,5 d_1.

Faktor keamanan dan faktor resistensi seperti tercantum dalam Tabel 3.3.6.2(A) sampai 3.3.6.2(E).

Tabel 3.3.6.2(A) Penampang tersusun

Kondisi tumpuan dan sayap		Kasus Pembebanan		C	C_r	C_1	C_w	ϕ_w	Batasan
Dikencangkan ke tumpuan	Sayap dengan pengaku penuh atau sebagian	Pembebanan atau reaksi pada satu-sayap	Ujung	10	0,14	0,28	0,001	0,75	$r_i/t_w \le 5$
			Interior	20	0,15	0,05	0,003	0,90	$r_i/t_w \le 5$
Tidak dikencangkan	Sayap dengan pengaku penuh atau sebagian	Pembebanan atau reaksi pada satu-sayap	Ujung	10	0,14	0,28	0,001	0,75	$r_i/t_w \le 5$
			Interior	20,5	0,17	0,11	0,001	0,85	$r_i/t_w \le 3$
		Pembebanan atau reaksi pada dua-sayap	Ujung	15,5	0,09	0,08	0,04	0,75	$r_i/t_w \le 3$
			Interior	36	0,14	0,08	0,04	0,75	
	Sayap tanpa pengaku	Pembebanan atau reaksi pada satu-sayap	Ujung	10	0,14	0,28	0,001	0,75	$r_i/t_w \le 5$
			Interior	20,5	0,17	0,11	0,001	0,85	$r_i/t_w \le 3$

CATATAN

1. Tabel 3.3.6.2(A) berlaku untuk balok I yang disusun dari dua kanal yang dihubungkan punggung ke punggung.
2. Koefisien pada Tabel 3.3.6.2(A) berlaku jika $l_b/t_w \le 210$, $l_b/d_1 \le 1,0$ dan $\theta = 90^o$.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Tabel 3.3.6.2(B) Penampang kanal badan tunggal

Kondisi tumpuan dan sayap		Kasus Pembebanan		C	C_r	C_1	C_w	ϕ_w	Batasan
Dikencangkan ke tumpuan	Sayap dengan pengaku penuh atau sebagian	Pembebanan atau reaksi pada satu-sayap	Ujung	4	0,14	0,35	0,02	0,85	$r_i/t_w \le 9$
			Interior	13	0,23	0,14	0,01	0,90	$r_i/t_w \le 5$
		Pembebanan atau reaksi pada dua-sayap	Ujung	7,5	0,08	0,12	0,048	0,85	$r_i/t_w \le 12$
			Interior	20	0,10	0,08	0,031	0,85	$r_i/t_w \le 12$
Tidak dikencangkan	Sayap dengan pengaku penuh atau sebagian	Pembebanan atau reaksi pada satu-sayap	Ujung	4	0,14	0,35	0,02	0,80	$r_i/t_w \le 5$
			Interior	13	0,23	0,14	0,01	0,90	
		Pembebanan atau reaksi pada dua-sayap	Ujung	13	0,32	0,05	0,04	0,90	$r_i/t_w \le 3$
			Interior	24	0,52	0,15	0,001	0,80	
	Sayap tanpa pengaku	Pembebanan atau reaksi pada satu-sayap	Ujung	4	0,40	0,60	0,03	0,85	$r_i/t_w \le 2$
			Interior	13	0,32	0,10	0,01	0,85	$r_i/t_w \le 1$
		Pembebanan atau reaksi pada dua-sayap	Ujung	2	0,11	0,37	0,01	0,75	$r_i/t_w \le 1$
			Interior	13	0,47	0,25	0,04	0,80	

CATATAN Koefisien di Tabel 3.3.6.2(B) berlaku bila $d_1/t_w \le 200$, $l_b/t_w \le 210$, $l_b/d_1 \le 2,0$ & $\theta = 90^o$.

Tabel 3.3.6.2(C) Penampang Z badan tunggal

Kondisi sayap dan perletakan		Kasus Pembebanan		C	C_r	C_1	C_w	ϕ_w	Batasan
Dikencangkan ke tumpuan	Sayap dengan pengaku penuh atau sebagian	Pembebanan atau reaksi pada satu-sayap	Ujung	4	0,14	0,35	0,02	0,85	$r_i/t_w \le 9$
			Interior	13	0,23	0,14	0,01	0,90	$r_i/t_w \le 5$
		Pembebanan atau reaksi pada dua-sayap	Ujung	9	0,05	0,16	0,052	0,85	$r_i/t_w \le 12$
			Interior	24	0,07	0,07	0,04	0,80	$r_i/t_w \le 12$
Tidak dikencangkan	Sayap dengan pengaku penuh atau sebagian	Pembebanan atau reaksi pada satu-sayap	Ujung	5	0,09	0,02	0,001	0,85	$r_i/t_w \le 5$
			Interior	13	0,23	0,14	0,01	0,90	
		Pembebanan atau reaksi pada dua-sayap	Ujung	13	0,32	0,05	0,04	0,90	$r_i/t_w \le 3$
			Interior	24	0,52	0,15	0,001	0,80	
	Sayap tanpa pengaku	Pembebanan atau reaksi pada satu-sayap	Ujung	4	0,40	0,60	0,03	0,85	$r_i/t_w \le 2$
			Interior	13	0,32	0,10	0,01	0,85	$r_i/t_w \le 1$
		Pembebanan atau reaksi pada dua-sayap	Ujung	2	0,11	0,37	0,01	0,75	$r_i/t_w \le 1$
			Interior	13	0,47	0,25	0,04	0,80	

CATATAN Koefisien di Tabel 3.3.6.2(C) berlaku bila $d_1/t_w \le 200$, $l_b/t_w \le 210$, $l_b/d_1 \le 2,0$ & $\theta = 90^o$

.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Tabel 3.3.6.2(D) Penampang topi tunggal

Kondisi perletakan	Pembebanan		C	C_r	C_1	C_w	ϕ_w	Batasan
Dikencangkan ke tumpuan	Pembebanan atau reaksi pada satu-sayap	Ujung	4	0,25	0,68	0,04	0,75	$r_i/t_w \le 5$
		Interior	17	0,13	0,13	0,04	0,80	$r_i/t_w \le 10$
	Pembebanan atau reaksi pada dua-sayap	Ujung	9	0,10	0,07	0,03	0,85	$r_i/t_w \le 10$
		Interior	10	0,14	0,22	0,02	0,85	
Tidak dikencangkan	Pembebanan atau reaksi pada satu-sayap	Ujung	4	0,25	0,68	0,04	0,75	$r_i/t_w \le 4$
		Interior	17	0,13	0,13	0,04	0,90	$r_i/t_w \le 4$

CATATAN Koefisien di Tabel 3.3.6.2(D) berlaku bila $d_1/t_w \le 200$, $l_b/t_w \le 200$, $l_b/d_1 \le 2,0$ & $\theta = 90^o$.

Tabel 3.3.6.2(E) Penampang dek dengan pelat badan majemuk

Kondisi perletakan	Pembebanan		C	C_r	C_1	C_w	ϕ_w	Batasan
Dikencangkan ke tumpuan	Pembebanan atau reaksi pada satu-sayap	Ujung	4	0,04	0,25	0,025	0,90	$r_i/t_w \le 20$
		Interior	8	0,10	0,17	0,004	0,85	$r_i/t_w \le 10$
	Pembebanan atau reaksi pada dua-sayap	Ujung	9	0,12	0,14	0,040	0,85	$r_i/t_w \le 10$
		Interior	10	0,11	0,21	0,020	0,85	
Tidak dikencangkan	Pembebanan atau reaksi pada satu-sayap	Ujung	3	0,04	0,29	0,028	0,60	$r_i/t_w \le 20$
		Interior	8	0,10	0,17	0,004	0,85	
		Ujung	6	0,16	0,15	0,050	0,90	$r_i/t_w \le 5$
		Interior	17	0,10	0,10	0,046	0,90	

CATATAN Koefisien di Tabel 3.3.6.2(E) berlaku bila $d_1/t_w \le 200$, $l_b/t_w \le 210$, $l_b/d_1 \le 3,0$ & $45^o < \theta \le 90^o$.

3.3.6.3 Lipat (*crippling*) pelat badan penampang kanal dengan lubang

Jika lubang pelat badan terletak dalam panjang tumpu (l_b), maka harus digunakan pengaku tumpu. Untuk pelat badan balok dengan lubang, kekuatan lipat pelat badan harus dihitung sesuai dengan Pasal 3.3.6.2 dikalikan dengan faktor reduksi (R_c), yang diberikan dalam Pasal ini.

Kekuatan lipat pelat badan dari pelat badan penampang kanal dengan lubang, yang ditentukan dalam Pasal 3.3.6.2, dapat digunakan bila memenuhi batasan-batasan berikut :

(a) $d_{wh}/d_1 < 0,7$.
(b) $d_1/t \le 200$.
(c) Lubang-lubang terletak di setengah tinggi badan.
(d) Jarak bersih antar lubang lebih besar atau sama dengan 450 mm.
(e) Jarak antara ujung komponen struktur dan tepi lubang lebih besar atau sama dengan d.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

(f) Lengkungan pojok lubang nonlingkaran lebih besar atau sama dengan $2t$.
(g) Lubang nonlingkaran dengan $d_{wh} \leq 65$ mm dan $b \leq 115$ mm.
(h) Diameter lubang lingkaran kurang dari atau sama dengan 150 mm.
(i) $d_{wh} > 15$ mm.

Bila lubang pelat badan tidak berada dalam panjang tumpu ($l_b \geq 25$ mm):

$$R_c = 1,01 - \frac{0,325 d_{wh}}{d_1} + \frac{0,083x}{d_1} \leq 1,0 \qquad (3.3.6.3(1))$$

Bila sebagian lubang pelat badan tidak berada dalam panjang tumpu ($l_b \geq 75$ mm):

$$R_c = 0,90 - \frac{0,047 d_{wh}}{d_1} + \frac{0,053x}{d_1} \leq 1,0 \qquad (3.3.6.3(2))$$

Keterangan:

l_b adalah panjang tumpu
d adalah tinggi penampang
x adalah jarak terdekat antara lubang pelat badan dan tumpu tepi

3.3.7 Kombinasi lentur dan tumpu

Pelat badan rata tanpa pengaku dari bentuk-bentuk penampang yang menerima kombinasi lentur dan reaksi atau beban terpusat harus didesain sebagai berikut :

(a) Penampang dengan pelat badan tunggal tanpa pengaku
Penampang dengan pelat badan tunggal tanpa pengaku harus memenuhi:

$$1,07\left(\frac{R^*}{\phi_w R_b}\right) + \left(\frac{M^*}{\phi_b M_s}\right) \leq 1,42 \qquad (3.3.7(1))$$

Pada tumpuan interior dari bentang menerus, persamaan interaksi di atas tidak berlaku pada dek atau balok dengan dua pelat badan tunggal atau lebih, dimana tepi tekan dari pelat badan yang berdekatan didukung secara lateral di daerah momen negatif oleh elemen sayap yang terhubung menerus atau terputus-putus, klading (*cladding*) kaku atau breising lateral, dan jarak antar pelat badan yang berdekatan tidak melampaui 250 mm.

(b) Balok kanal saling memunggungi dan balok dengan pengekang rotasi pelat badan Balok kanal saling memunggungi dan balok dengan pengekang rotasi pelat badan, seperti penampang I yang dibuat dari pengelasan dua profil siku ke sebuah kanal, harus memenuhi—

$$0,82\left(\frac{R^*}{\phi_w R_b}\right) + \left(\frac{M^*}{\phi_b M_s}\right) \leq 1,32 \qquad (3.3.7(2))$$

Jika $d_1/t_w \leq 2,33/\sqrt{(f_y/E)}$ dan $\lambda \leq 0,673$, kekuatan beban terpusat atau reaksi nominal dapat dihitung sesuai dengan Pasal 3.3.6.
Dalam Poin (a) dan (b), berlaku hal-hal berikut ini :

R^* adalah beban atau reaksi terpusat desain yang terjadi bila ada momen lentur
R_b adalah kapasitas nominal untuk beban atau reaksi terpusat yang terjadi tanpa adanya momen lentur dengan asumsi pembebanan satu sayap interior pelat badan tunggal untuk sekumpulan penampang Z, yaitu jumlah dua pelat badan yang dihitung secara individu sesuai dengan Pasal 3.3.6.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

ϕ = 0,9

M^* adalah momen lentur desain pada, atau di dekat, titik tempat bekerjanya beban atau reaksi terpusat desain (R^*)

M_s adalah kapasitas momen penampang nominal terhadap sumbu yang melalui titik berat yang ditentukan sesuai dengan Pasal 3.3.1, tidak termasuk Pasal 3.3.3.2

t_w adalah tebal badan

λ adalah rasio kelangsingan (lihat Pasal 2.2.1.2)

(c) Dua penampang-Z yang bertemu

Dua penampang Z yang saling bertemu harus memenuhi:

$$0,85\left(\frac{R^*}{\phi_w R_b}\right)+\left(\frac{M^*}{\phi_b M_s}\right)\le 1,65 \qquad (3.3.7(3))$$

Keterangan:

R^* adalah aksi atau reaksi terpusat desain yang terjadi bila ada momen lentur

R_b adalah kapasitas nominal untuk aksi atau reaksi terpusat yang terjadi tanpa adanya momen lentur dengan asumsi pembebanan satu sayap interior pelat badan tunggal untuk sekumpulan penampang Z, yaitu jumlah dua pelat badan yang dihitung secara individu sesuai dengan Pasal 3.3.6.

ϕ = 0,9

M^* adalah momen lentur desain pada penampang yang ditinjau, pada titik tempat bekerjanya beban atau reaksi terpusat desain (R^*)

M_s adalah kapasitas momen penampang nominal untuk dua penampang- Z yang bertemu, yaitu jumlah dari dua penampang yang dihitung secara individu, yang ditentukan sesuai dengan Pasal 3.3.1

Sebagai tambahan, M^* dan R^* harus memenuhi:

$$M^* \le \phi M_s \qquad (3.3.7(4))$$

$$R^* \le \phi R_b \qquad (3.3.7(5))$$

Persamaan 3.3.7(3) berlaku, jika:

(i) $d_1/t \le 150$;

(ii) $l_b/t_w \le 140$;

(iii) $f_y \le 480$ MPa; dan

(iv) $r_i/t \le 5,5$.

Kondisi berikut harus dipenuhi :

(A) Ujung setiap penampang harus dihubungkan ke penampang yang lain dengan minimum dua baut A307 berdiameter 12,0 mm menembus pelat badannya.

(B) Penampang kombinasi harus dihubungkan ke tumpuan dengan minimum dua baut A 307 berdiameter 12,0 mm menembus sayapnya.

(C) Pelat badan dari dua penampang harus saling kontak

(D) Rasio bagian yang lebih tebal terhadap yang lebih tipis tidak boleh melampaui 1,3.

3.3.8 Pengaku

3.3.8.1 Pengaku transversal

Pengaku transversal yang dipasang pada pelat badan balok pada titik pembebanan atau reaksi terpusat harus didesain sebagai komponen struktur tekan. Beban atau reaksi terpusat harus bekerja secara langsung pada pengaku, atau setiap pengaku harus dipasang dengan

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

tepat pada bagian rata sayap untuk menyediakan beban-tumpu langsung ke ujung pengaku. Hal-hal yang dibutuhkan untuk mentransfer geser antara pengaku dan pelat badan harus sesuai dengan Pasal 3.3.8.2. Beban atau reaksi terpusat desain (N^*) harus memenuhi berikut ini:

(a) $N^* \le \phi_c N_s$ (3.3.8(1))

(b) $N^* \le \phi_c N_c$ (3.3.8(2))

Keterangan:

ϕ_c adalah faktor reduksi kapasitas untuk komponen struktur tekan (lihat Tabel 1.6)

N_s adalah kapasitas penampang nominal dari komponen struktur dalam tekan (lihat Pasal 3.4)

= $f_{wy} A_{s1}$

N_c adalah kapasitas komponen struktur nominal dari komponen struktur dalam tekan (lihat Pasal 3.4)

= $f_n A_{s2}$

f_{wy} adalah nilai tegangan leleh terendah dari pelat badan balok (f_y) atau dari penampang pengaku (f_{ys})

f_n adalah tegangan kritis (lihat Pasal 3.4)

A_{s1}, A_{s2} adalah luas komponen struktur dalam tekan yang terdiri dari pengaku transversal dan sebagian pelat badan

A_{s1} = $18t^2 + A_s$ (3.3.8.1(3))

(untuk pengaku transversal pada tumpuan interior dan di bawah beban terpusat)

= $10t^2 + A_s$ (3.3.8.1(4))

(untuk pengaku transversal pada tumpuan ujung)

A_{s2} = $b_1 t^2 + A_s$ (3.3.8.1(5))

(untuk pengaku transversal pada tumpuan interior dan di bawah beban terpusat)

= $b_2 t^2 + A_s$ (3.3.8.1(6))

(untuk pengaku transversal pada tumpuan ujung)

t adalah tebal dasar pelat badan balok

A_s adalah luas penampang pengaku transversal

$$b_1 = 25t\left[0{,}0024\left(\frac{I_{st}}{t}\right)+0{,}72\right] \le 25t \quad (3.3.8.1(7))$$

$$b_2 = 12t\left[0{,}0044\left(\frac{I_{st}}{t}\right)+0{,}83\right] \le 12t \quad (3.3.8.1(8))$$

l_{st} adalah panjang pengaku transversal

Rasio b/t_s untuk elemen dengan pengaku dan tanpa pengaku dari pengaku transversal baja canai dingin masing-masing tidak boleh melampaui $1{,}28\sqrt{(E/f_{ys})}$ dan $0{,}37\sqrt{(E/f_{ys})}$ dimana f_{ys} adalah tegangan leleh dan ts adalah tebal baja pengaku.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

3.3.8.2 Pengaku tumpu pada komponen struktur lentur dengan penampang kanal

Untuk komponen struktur lentur dari penampang kanal dengan pembebanan di kedua sayap yang tidak memenuhi persyaratan Pasal 3.3.8.1, kapasitas tumpu desain ($\phi_w R_b$) harus ditentukan dari—

$$R_b = 0,7(R_{wc} + A_e f_y) \geq R_{wc} \quad (3.3.8.2)$$

Keterangan:

ϕ_w adalah faktor reduksi kapasitas pengaku pengaku tumpu (lihat Tabel 1.6)

R_{wc} adalah kapasitas lipat (*crippling*) pelat badan untuk komponen struktur lentur dengan penampang kanal yang dihitung sesuai dengan Persamaan 3.3.6.1 untuk komponen struktur dengan pelat badan tunggal, yang terletak pada ujung atau interior

A_e adalah luas efektif pengaku tumpu yang menerima tegangan tekan merata, yang dihitung pada titik leleh

f_y adalah titik leleh baja pengaku tumpu

Persamaan 3.3.8.2 berlaku dalam batasan-batasan berikut :

(a) Pengaku tumpu penuh diperlukan. Bila lebar tumpu lebih sempit dari pengaku sehingga salah satu sayap pengaku tidak didukung, R_b harus dikurangi 50%.
(b) Pengaku harus berupa stud penampang kanal atau komponen struktur *track* dengan tinggi badan minimum 90 mm dan tebal baja dasar minimum 0,85 mm.
(c) Pengaku harus dipasang pada pelat badan komponen struktur lentur dengan sekurang-kurangnya tiga pengencang (sekrup atau baut).
(d) Jarak dari sayap komponen struktur lentur ke pengencang yang pertama tidak boleh kurang dari $d/8$, dimana d adalah tinggi total komponen struktur lentur
(e) Panjang pengaku tidak boleh kurang dari tinggi komponen struktur lentur dikurangi 10 mm.
(f) Lebar tumpu tidak boleh kurang dari 40 mm.

3.3.8.3 Pengaku geser

Jika pengaku geser diperlukan, jaraknya harus diatur supaya gaya geser desain tidak melampaui kapasitas geser desain ($\phi_v V_v$) yang ditentukan dalam Pasal 3.3.4, dan rasio a/d_1 harus lebih besar dari [260/(d_1/t)] ataupun 3,0.

Momen inersia aktual ($I_{s,min.}$) dari sepasang pengaku geser, atau pengaku geser tunggal, terhadap sumbu di bidang pelat badan, harus memiliki nilai minimum berikut:

$$I_{s,min.} = 5d_1 t^3 \left[\frac{d_1}{a} - 0,7\left(\frac{a}{d_1}\right)\right] \geq \left(\frac{d_1}{50}\right)^4 \quad (3.3.8.3(1))$$

Luas bruto pengaku geser (A_{st}) tidak boleh kurang dari —

$$A_{st} = \left(\frac{1-k_s}{2}\right)\left\{\frac{a}{d_1} - \frac{\left(\frac{a}{d_1}\right)^2}{\left[\frac{a}{d_1} + \sqrt{1+\left(\frac{a}{d_1}\right)^2}\right]}\right\}\psi k_{st} d_1 t \quad (3.3.8.3(2))$$

Keterangan:

k_s adalah koefisien pengaku geser

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

$$= \frac{1{,}53Ek_v}{f_y\left(\frac{d_1}{t}\right)^2} \quad \text{jika } k_s \le 0{,}8 \qquad (3.3.8.3(3))$$

$$= \frac{1{,}11}{\left(\frac{d_1}{t}\right)}\left(\sqrt{\frac{k_v}{f_y}}\right) \quad \text{jika } k_s > 0{,}8 \qquad (3.3.8.3(4))$$

ψ = $\dfrac{\text{tegangan leleh pelat badan}}{\text{tegangan leleh pengaku}}$

k_{st} adalah koefisien tipe pengaku

= 1,0 untuk sepasang pengaku

= 1,8 untuk pengaku siku tunggal

= 2,4 untuk pengaku pelat tunggal

k_v adalah koefisien tekuk geser

$$= 4{,}00 + \frac{5{,}34}{\left(\frac{a}{d_1}\right)^2} \quad \text{jika } \frac{a}{d_1} \le 1{,}0 \qquad (3.3.8.3(5))$$

$$= 5{,}34 + \frac{5{,}34}{\left(\frac{a}{d_1}\right)^2} \quad \text{jika } \frac{a}{d_1} > 1{,}0 \qquad (3.3.8.3(6))$$

a adalah jarak antara pengaku transversal

3.3.8.4 Pengaku tidak standar

Kapasitas desain dari komponen struktur dengan pengaku transversal yang tidak memenuhi Pasal 3.3.8.1 atau 3.3.8.2, seperti pengaku transversal di-*stamp* atau di-*roll-in*, harus ditentukan melalui pengujian sesuai dengan Bab 6.

3.4 Komponen struktur tekan pembebanan konsentris

3.4.1 Umum

Pasal ini berlaku untuk komponen struktur dimana resultan semua beban yang bekerja padanya berupa beban aksial yang melalui titik berat penampang efektif yang dihitung pada tegangan kritis (f_n). Gaya aksial tekan desain (N^*) harus memenuhi berikut ini:

(a) $N^* \le \phi_c N_s$

(b) $N^* \le \phi_c N_c$

Keterangan:

ϕ_c adalah faktor reduksi kapasitas untuk komponen struktur dalam tekan (lihat Tabel 1.6)

N_s adalah kapasitas penampang nominal dari komponen struktur dalam tekan

$$= A_e f_y \qquad (3.4.1(1))$$

A_e adalah luas efektif saat tegangan leleh (f_y)

N_c adalah kapasitas komponen struktur nominal dari komponen struktur dalam tekan

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

= $A_e f_n$ (3.4.1(2))

A_e adalah luas efektif saat tegangan kritis (f_n). Untuk penampang dengan lubang lingkaran, A_e harus ditentukan sesuai dengan Pasal 2.2.2.2. Bila perkalian dari jumlah lubang sepanjang daerah efektif dengan diameter lubang dibagi dengan panjang efektif tidak melampaui 0,015, A_e dapat ditentukan dengan mengabaikan lubang

f_n adalah tegangan kritis, harus ditentukan dari Persamaan 3.4.1(3) atau Persamaan 3.4.2(4), yang sesuai

Untuk $\lambda_c \le 1,5$: $f_n = \left(0,658^{\lambda_c^2}\right) f_y$ (3.4.1(3))

Untuk $\lambda_c > 1,5$: $f_n = (0,877 / \lambda_c^2) f_y$ (3.4.1(4))

Keterangan:

λ_c adalah kelangsingan nondimensi yang digunakan untuk menentukan f_n

= $\sqrt{\frac{f_y}{f_{oc}}}$ (3.4.1(5))

f_{oc} adalah nilai terkecil dari tegangan tekuk lentur, torsi dan lentur-torsi elastis yang ditentukan sesuai dengan Pasal 3.4.2 hingga 3.4.4, atau analisis tekuk elastis yang rasional

Penampang siku yang dibebani konsentris harus didesain terhadap tambahan momen lentur seperti yang ditentukan dalam pendefinisian M_y^* dalam Pasal 3.5.1.

CATATAN Rasio kelangsingan (l_c/r) dari semua komponen struktur tekan tidak boleh melampaui 200, kecuali hanya selama pelaksanaan l_c/r boleh dibatasi untuk tidak melampaui 300.

3.4.2 Penampang yang tidak menerima tekuk torsi atau tekuk lentur-torsi

Untuk penampang simetris ganda, penampang tertutup dan penampang lain yang dapat ditunjukkan tidak menerima tekuk torsi atau tekuk lentur-torsi, tegangan tekuk lentur elastis (f_{oc}) harus ditentukan sebagai berikut :

$$f_{oc} = \frac{\pi^2 E}{(l_e / r)^2} \quad (3.4.2(1))$$

Keterangan:

l_e adalah panjang efektif penampang

r adalah radius girasi dari penampang utuh, tidak tereduksi

Untuk baja G550 sesuai dengan AS 1397 dengan ketebalan kurang dari 0,9 mm, harus digunakan radius girasi tereduksi γr dalam Persamaan 3.4.2(1) jika nilai panjang efektif (l_e) kurang dari 1,1 l_o ,

Keterangan:

$$l_o = \pi r \sqrt{\frac{E}{f_{cr}}} \quad (3.4.2(2))$$

f_{cr} adalah tegangan tekuk elastis pelat

γ = $0,65 + \left(\frac{0,35 l_e}{1,1 l_o}\right)$ (3.4.2(3))

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

CATATAN

1. Pada sistem rangka dimana stabilitas lateral diberikan oleh breising diagonal, dinding geser, struktur di sebelahnya yang mempunyai stabilitas lateral yang cukup, atau pelat lantai atau dek atap yang ditahan secara horizontal oleh dinding atau sistem breising sejajar dengan bidang sistem rangka, dan pada rangka batang, panjang efektif (l_e) untuk komponen struktur tekan yang tidak tergantung pada kekakuan lenturnya agar memiliki stabilitas lateral dari sistem rangka atau rangka batang, harus diambil sama dengan panjang yang tidak dibreising (l), kecuali analisis menunjukkan nilai yang lebih kecil dapat digunakan.
2. Pada sistem rangka yang tergantung pada kekakuan lenturnya agar memiliki stabilitas lateral, panjang efektif (l_e) dari komponen struktur tekan harus ditentukan dengan metode rasional dan tidak boleh kurang dari panjang aktual yang tidak dibreising.

3.4.3 Penampang simetris ganda atau tunggal (lihat Gambar 1.5(a) dan (c)) yang menerima tekuk torsi atau tekuk lentur-torsi

Untuk penampang yang menerima tekuk torsi atau lentur-torsi, f_{oc} harus diambil dari nilai terkecil antara f_{oc} yang dihitung dengan Persamaan 3.4.2(1) dengan $r = r_y$ dan f_{oxz} yang dihitung sebagai berikut:

$$f_{oc} = \frac{1}{2\beta}\left[(f_{ox} + f_{oz}) - \sqrt{(f_{ox} + f_{oz})^2 - 4\beta f_{ox} f_{oz}} \right] \qquad (3.4.3(1))$$

dimana f_{ox} dan f_{oz} ditentukan dari Pasal 3.3.3.2.1(a).

Sebagai alternatif, perkiraan yang lebih konservatif, f_{oxz} dapat diperoleh dari Persamaan 3.4.3(2) sebagai berikut:

$$f_{oxz} = f_{oz} f_{ox} / (f_{oz} + f_{ox}) \qquad (3.4.3(2))$$

dimana f_{ox} dan f_{oz} ditentukan dari Pasal 3.3.3.2.1(a).

$$\beta = 1 - (x_o / r_{o1})^2 \qquad (3.4.3(3))$$

r_{o1} adalah radius girasi polar penampang terhadap pusat geser

Untuk penampang simetris tunggal, sumbu x diasumsikan sebagai sumbu simetri.

Untuk penampang simetris ganda yang menerima tekuk torsi, f_{oc} harus diambil dari nilai terkecil antara f_{oc} yang dihitung sesuai dengan Pasal 3.4.2 dan $f_{oc} = f_{oz}$, dimana f_{oz} ditentukan sesuai dengan Pasal 3.3.3.2.1.

Untuk penampang siku simetris tunggal tanpa pengaku dimana luas efektif (A_e) saat tegangan (f_y) sama dengan luas penampang utuh tidak tereduksi (A), f_{oc} harus dihitung dengan Persamaan 3.4.2 dimana r diambil radius girasi yang terkecil.

3.4.4 Penampang simetris titik (lihat Gambar 1.5(b))

Untuk penampang simetris titik yang menerima tekuk lentur atau tekuk torsi, f_{oc} harus diambil nilai terkecil dari f_{oc} yang dihitung sesuai dengan Pasal 3.4.2 dan f_{oz} yang ditentukan sesuai dengan Pasal 3.3.3.2(a).

3.4.5 Penampang nonsimetris (lihat Gambar 1.5(d))

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Untuk profil yang penampangnya tidak memiliki simetri, baik terhadap sumbu maupun titik, f_{oc} harus diambil nilai terkecil yang memenuhi Persamaan 3.4.5, sebagai berikut:

$$f_{oc}^3\left(r_{o1}^2 - x_o^2 y_{oc}^2\right) - f_{oc}^2\left[r_{o1}^2\left(f_{ox} + f_{oy} + f_{oz}\right) - \left(f_{oy}x_o^2 + f_{ox}y_o^2\right)\right] + f_{oc}r_{o1}^2\left(f_{ox}f_{oy} + f_{oy}f_{oz} + f_{ox}f_{oz}\right) - \left(f_{ox}f_{oy}f_{oz}r_{o1}^2\right) = 0 \quad (3.4.5)$$

Sebagai alternatif, komponen struktur tekan yang tersusun dari profil-profil tersebut dapat diuji sesuai dengan Pasal 6.2.

3.4.6 Penampang simetris tunggal (lihat Gambar 1.5(c)) yang menerima tekuk-distorsi

Untuk penampang simetris tunggal yang menerima tekuk-distorsi, seperti kanal lip dengan sayap belakang tambahan, nilai dari N_c pada Persamaan 3.4.1(2) harus lebih kecil dari:

(a) $A_e f_n$ yang dihitung sesuai dengan Persamaan 3.4.1(3) dan 3.4.1(4).

(b) Untuk $f_{od} > \frac{f_y}{2}$: $Af_n = Af_y\left(1 - \frac{f_y}{4f_{od}}\right)$ (3.4.6(1))

(c) Untuk $\frac{f_y}{13} \le f_{od} \le \frac{f_y}{2}$: $Af_n = Af_y\left(0{,}055\left(\sqrt{\frac{f_y}{f_{od}}} - 3{,}6\right)^2 + 0{,}237\right)$ (3.4.6(2))

f_{od} harus dihitung dengan persamaan yang sesuai dengan yang terdapat dalam Lampiran D atau analisis tekuk elastis rasional. A adalah luas penampang utuh.

3.4.7 Kolom dengan satu sayap dikencangkan menembus lembaran

Pasal ini berlaku untuk penampang kanal atau Z yang dibebani konsentrik sepanjang sumbu longitudinalnya, dengan hanya satu sayap dihubungkan ke lembaran menggunakan pengencang sekrup.

Kapasitas komponen struktur nominal (N_c) dalam tekan aksial dari penampang kanal atau Z bentang sederhana atau menerus, harus ditentukan dari Persamaan 3.4.7 sebagai berikut:

(a) Untuk sumbu lemah:

$$N_c = (0{,}79s + 0{,}54)(0{,}046t + 0{,}93)(0{,}1b_f - 0{,}064d + 22{,}8)\frac{EA}{29500} \quad (3.4.7)$$

Keterangan:

s adalah jarak pengencang dari garis tengah pelat badan dibagi dengan lebar sayap untuk penampang Z; atau lebar sayap dikurangi jarak pengencang dari garis tengah pelat badan dibagi dengan lebar sayap untuk penampang kanal

t adalah tebal penampang kanal atau Z

b_f adalah lebar sayap penampang kanal atau Z

d adalah tinggi penampang kanal atau Z

A adalah luas penampang bruto penampang kanal atau Z

CATATAN Satuan dari t, b_f dan d dalam Persamaan 3.4.7 dalam millimeter, karena Persamaan 3.4.7 tak berdimensi.

Persamaan 3.4.7 terbatas untuk sistem atap dan dinding yang memenuhi berikut ini:

(i) Penampang kanal dan Z yang ketebalannya tidak melebihi 3,2 mm

(ii) Penampang kanal dan Z dengan tinggi 150 sampai 300 mm.

(iii) Sayap adalah elemen tekan dengan pengaku tepi.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

(iv) 70 ≤ tinggi/tebal ≤ 170.
(v) 2,8 ≤ tinggi/lebar sayap < 5.
(vi) 16 ≤ lebar rata /tebal sayap < 50.
(vii) Kedua sayap ditahan terhadap pergerakan lateral pada tumpuannya .
(viii) Panel atap atau dinding dengan jarak pusat pengencang 300 mm atau kurang dan mempunyai kekakuan lateral rotasi minimum 10,3 kN/mm^2 [pengencang pada tengah lebar sayap sebagaimana ditentukan dalam prosedur pengujian AISI yang sesuai (lihat Catatan).
CATATAN Lihat prosedur pengujian berjudul 'Rational-lateral stiffness test method for beam-to-panel assemblies' di Bagian IV AISI Cold-Formed Design Manual, Edisi 2002.
(ix) Tegangan leleh minimum 230 MPa.
(x) Panjang bentang dari 4,5 sampai 9 m

(b) Untuk sumbu kuat Persamaan dalam Pasal 3.5.1 dan 3.5.2 harus digunakan.

3.5 Kombinasi aksial tekan atau tarik dan lentur

3.5.1 Kombinasi aksial tekan dan lentur

Gaya tekan aksial desain (N^*), dan momen lentur desain (M_x^* dan M_y^*) terhadap sumbu x dan y dari penampang efektif, harus memenuhi berikut ini:

(a) $$\frac{N^*}{\phi_c N_c}+\frac{C_{mx}M_x^*}{\phi_b M_{bx}\alpha_{nx}}+\frac{C_{my}M_y^*}{\phi_b M_{by}\alpha_{ny}}\le 1{,}0 \qquad (3.5.1(1))$$

(b) $$\frac{N^*}{\phi_c N_s}+\frac{M_x^*}{\phi_b M_{bx}}+\frac{M_y^*}{\phi_b M_{by}}\le 1{,}0 \qquad (3.5.1(2))$$

Jika $N^*/\phi_c N_c \le 0{,}15$, interaksi berikut harus digunakan sebagai pengganti Poin (a) dan (b):

$$\frac{N^*}{\phi_c N_c}+\frac{M_x^*}{\phi_b M_{bx}}+\frac{M_y^*}{\phi_b M_{by}}\le 1{,}0 \qquad (3.5.1(3))$$

Keterangan:

N_c adalah kapasitas komponen struktur nominal dari komponen struktur struktur dalam tekan yang ditentukan sesuai dengan Pasal 3.4

C_{mx}, C_{my} adalah koefisien untuk momen ujung yang tidak sama, yang nilainya harus diambil sebagai berikut:

(i) Untuk komponen struktur tekan dalam sistem rangka yang menerima translasi joint (bergoyang):
C_m = 0,85

(ii) Untuk komponen struktur tekan dengan pengekang dalam sistem rangka yang dibreising terhadap translasi joint dan tidak menerima beban transversal di antara tumpuan-tumpuannya dalam bidang lentur:
C_m = 0,6 – 0,4(M_1/M_2) (3.5.1(4))
M_1/M_2 adalah rasio momen yang lebih kecil dan momen yang lebih besar pada ujung-ujung komponen struktur yang ditinjau, yang tidak dibreising pada bidang lentur. M_1/M_2 adalah positif jika komponen struktur terlentur dengan kurvatur yang berbalik tanda dan negatif jika komponen struktur terlentur dalam kurvatur tunggal.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

(iii) Untuk komponen struktur tekan dalam sistem rangka yang dibreising terhadap translasi joint dalam bidang pembebanan dan menerima pembebanan transversal di antara tumpuannya, nilai C_m dapat ditentukan dengan analisis rasional. Namun, sebagai pengganti analisis tersebut, nilai berikut ini dapat digunakan:

(A) Untuk komponen struktur yang ujung-ujungnya dikekang C_m = 0,85

(B) Untuk komponen struktur yang ujung-ujungnya tidak dikekang C_m = 1,0

M_x^*, M_y^* adalah momen lentur desain terhadap sumbu x dan y dari penampang efektif, ditentukan untuk gaya aksial desain saja.

Untuk penampang siku simetris tunggal tanpa pengaku dengan penampang efektif tidak tereduksi, M_y^* dapat diambil sebagai momen lentur desain saja.

Untuk penampang siku yang lain atau siku simetris tunggal tanpa pengaku dimana luas efektif (A_e) saat tegangan (f_y) kurang dari luas penampang utuh tidak tereduksi (A), M_y^* harus diambil sebagai momen lentur desain, atau momen lentur perla ditambah $N^* l / 1000$, yang menghasilkan nilai N_c yang lebih kecil.

M_{bx}, M_{by} adalah kapasitas momen komponen struktur nominal terhadap sumbu x dan y, sesuai dengan Pasal 3.3.3

ϕ_b adalah faktor reduksi kapasitas untuk lentur
= 0,95 dan 0,90 untuk kekuatan lentur (lihat Tabel 1.6); atau
0,90 untuk balok tanpa breising lateral (lihat Tabel 1.6)

ϕ_c adalah faktor reduksi kapasitas untuk komponen struktur dalam tekan
= 0,85

N_s adalah kapasitas penampang komponen struktur nominal dari komponen struktur struktur dalam tekan yang ditentukan sesuai dengan Pasal 3.4, dengan f_n sama dengan f_y

α_{nx}, α_{nx} adalah faktor amplifikasi momen

$$= 1 - \left(\frac{N^*}{N_e} \right) \qquad (3.5.1(5))$$

N_e adalah beban tekuk elastis

$$= \frac{\pi^2 E I_b}{(l_{eb})^2} \qquad (3.5.1(6))$$

I_b adalah momen inersia penampang utuh tidak tereduksi terhadap sumbu lentur

l_{eb} adalah panjang efektif pada bidang lentur

Sebagai tambahan, setiap rasio dalam Persamaan 3.5.1(1), 3.5.1(2) dan 3.5.1(3) tidak boleh melampaui satu.

3.5.2 Kombinasi aksial tarik dan lentur

Gaya aksial tarik desain (N^*), dan momen lentur perlu M_x^* dan M_y^* terhadap sumbu x dan y dari penampang efektif, harus memenuhi berikut ini :

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

(a) $$\frac{M_x^*}{\phi_b M_{bx}} + \frac{M_y^*}{\phi_b M_{by}} - \frac{N^*}{\phi_t N_t} \le 1{,}0 \qquad (3.5.2(1))$$

(b) $$\frac{N^*}{\phi_t N_t} + \frac{M_x^*}{\phi_b M_{sxf}} + \frac{M_y^*}{\phi_b M_{syf}} \le 1{,}0 \qquad (3.5.2(2))$$

Keterangan:

N_t adalah kapasitas penampang nominal dari komponen struktur struktur dalam tarik yang ditentukan sesuai dengan Pasal 3.2

M_{sxf}, M_{syf} adalah kapasitas momen leleh penampang nominal dari penampang utuh terhadap sumbu x dan y

= $Z_{ft} f_y$ (3.5.2(3))

Z_{ft} adalah modulus penampang utuh tanpa reduksi pada serat tarik terluar terhadap sumbu yang sesuai

M_{bx}, M_{by} adalah kapasitas momen komponen struktur struktur nominal terhadap sumbu x dan y, dari penampang efektif

3.6 Komponen struktur berbentuk tabung silinder

3.6.1 Umum

Pasal ini berlaku untuk komponen struktur berbentuk tabung silinder yang mempunyai rasio diameter luar dengan tebal dinding (d_o/t) tidak lebih dari $0.411\,E/f_y$.

3.6.2 Lentur

Untuk komponen struktur lentur, momen lentur desain (M^*) yang bekerja tidak bersamaan dengan beban aksial, geser dan beban atau reaksi terpusat lokal, harus memenuhi—

$$M^* \le \phi_b M_b$$

dimana M_b adalah kapasitas momen nominal komponen struktur dan harus dihitung dari Persamaan 3.6.2(1) hingga 3.6.2(3), yang sesuai.

Untuk $d_o/t \le 0.0714E/f_y$: $M_b = 1.25 f_y$ (3.6.2(1))

Untuk $0.0714E/f_y < d_o/t \le 0.318E/f_y$: $M_b = [0.970 + 0.020(E/f_y)/(d_o/t)]f_y$ (3.6.2(2))

Untuk $0.0714E/f_y < d_o/t \le 0.441E/f_y$: $M_b = 0.328E/(d_o/t)$ (3.6.2(3))

Dimana d_o adalah diameter luar komponen struktur berbentuk tabung.

3.6.3 Tekan

Pasal ini berlaku untuk komponen struktur dimana resultan semua beban dan momen lentur desain yang bekerja pada komponen struktur ekuivalen dengan suatu gaya tunggal yang bekerja pada sumbu komponen struktur melalui pusat berat penampang

Beban aksial desain (N^*) harus memenuhi —

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

$N^* \le \phi_c N_c$

Keterangan:

$N_c = f_n A_e$ (3.6.3(1))

f_n adalah tegangan kritis dan harus dihitung dari Persamaan 3.6.3(2) atau Persamaan 3.6.3(3), yang sesuai

= $\left(0.658^{\lambda_c^2}\right) f_y$ untuk $\lambda_c \le 1.5$ (3.6.3(2))

= $\left(\frac{0,877}{\lambda_c^2}\right) f_y$ untuk $\lambda_c > 1,5$ (3.6.3(3))

λ_c adalah faktor kelangsingan

= $\sqrt{\frac{f_y}{f_{oc}}}$ (3.6.3(4))

f_{oc} adalah tegangan tekuk lentur elastis yang ditentukan sesuai dengan Pasal 3.4.1

A_e adalah luas efektif pada tegangan kritis (f_n)

= $A_o + R(A - A_o)$ (3.6.3(5))

A_o adalah luas tereduksi akibat tekuk lokal

= $\left[\left(\frac{0,037}{d_o f_y / tE}\right) + 0,667\right] A \le A$ untuk $\frac{d_o}{t} \le 0,441\left(\frac{E}{f_y}\right)$ (3.6.3(6))

R adalah faktor reduksi

= $\frac{f_y}{2 f_e} \le 1,0$ (3.6.3(7))

A adalah luas penampang utuh tidak tereduksi

3.6.4 Kombinasi lentur dan tekan

Kombinasi lentur dan tekan harus sesuai dengan Pasal 3.5.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

4 Struktur Rakitan

4.1 Penampang tersusun

4.1.1 Penampang-I tersusun dari dua kanal

Jarak longitudinal maksimum dari las atau penyambung lainnya ($s_{max.}$) yang menghubungkan dua kanal sehingga membentuk penampang-I harus ditentukan sebagai berikut:

(a) Untuk komponen struktur struktur tekan:

$$s_{max.} = \frac{l r_{cy}}{2 r_1} \qquad (4.1.1(1))$$

Keterangan:

l adalah panjang tanpa breising dari komponen struktur dalam tekan

r_{cy} adalah radius girasi sebuah kanal terhadap sumbu yang melalui titik beratnya sejajar dengan pelat badan.

r_1 adalah radius girasi penampang- I terhadap sumbu yang tegak lurus terhadap arah tekuk dari tumpuan ujung dan breising antara.

(b) Untuk komponen struktur lentur:

$$s_{max.} = \frac{l}{6} \leq \frac{2 s_g N^*}{mq} \qquad (4.1.1(2))$$

Keterangan:

l adalah bentang balok

s_g adalah jarak vertikal antara dua baris sambungan terdekat ke sayap atas dan bawah

N^* adalah gaya tarik desain sambungan

q adalah intensitas aksi desain pada balok

m adalah jarak dari pusat geser sebuah kanal ke bidang tengah pelat badannya (lihat Tabel E1 Lampiran E)

Intensitas beban desain (q) diperoleh dengan membagi besarnya aksi atau reaksi terpusat desain dengan panjang tumpuan. Untuk balok-balok yang didesain terhadap beban terbagi merata, q harus sama dengan tiga kali intensitas aksi desain terbagi merata. Jika panjang tumpuan pada aksi atau reaksi-reaksi terpusat kurang dari jarak antarlas (s_w), gaya tarik desain las atau sambungan-sambungan terdekat beban atau reaksi harus ditentukan sebagai berikut:

$$N^* = \frac{m R_b^*}{2 s_g} \qquad (4.1.1(3))$$

dimana R_b^* adalah aksi atau reaksi terpusat desain.

Jarak sambungan maksimum ($s_{max.}$) tergantung dari intensitas aksi yang bekerja secara langsung pada sambungan. Oleh sebab itu, jika digunakan jarak sambungan yang seragam

pada seluruh bentang balok, maka harus ditentukan pada titik dimana intensitas beban lokal maksimum. Pada kasus dimana prosedur ini menghasilkan jarak yang tidak ekonomis, maka salah satu dari metode-metode berikut dapat dipakai:

(i) Jarak sambungan dapat bervariasi di sepanjang bentang balok sesuai dengan variasi intensitas beban.

(ii) Pelat penutup perkuatan dapat dilas pada sayap dimana beban terpusat terjadi. Gaya geser desain pada sambungan yang menghubungkan pelat-pelat tersebut ke sayap harus digunakan untuk N^*, dan s_g diambil sama dengan tinggi balok.

4.1.2 Pelat penutup, lembaran atau pengaku tak terintegrasi dalam tekan

Jarak (s) yang segaris dengan tegangan las, baut atau paku keling yang menghubungkan pelat penutup, lembaran, atau pengaku tak terintegrasi dalam tekan dengan elemen lain tidak boleh melebihi—

(a) jarak yang diperlukan untuk mentransfer geser antara bagian-bagian yang disambung berdasarkan gaya geser desain per-sambungan yang ditentukan dalam Pasal ini;

(b) $1.16t\sqrt{(E/f_c)}$, dimana t adalah tebal pelat penutup atau lembaran, dan f_c adalah tegangan pada beban tak-terfaktor pada pelat penutup atau lembaran; dan

(c) tiga kali lebar datar (b) elemen tekan tanpa pengaku yang paling sempit pada pelat penutup atau lembaran yang merupakan tributari sambungan, tetapi tidak kurang dari $1.1t\sqrt{(E/f_y)}$ jika $b/t < 0.50\sqrt{(E/f_y)}$, atau $1.33t\sqrt{(E/f_y)}$ jika $b/t < 0.50\sqrt{(E/f_y)}$ kecuali diperlukan jarak yang lebih kecil menurut poin (a) atau (b)

Pada kasus las sudut terputus-putus yang sejajar dengan arah tegangan, jarak las harus diambil jarak bersih antara las ditambah 12 mm. Pada semua kasus lainnya, jarak sambungan harus diambil dari pusat-ke-pusat antara sambungan-sambungan.

Pasal ini tidak berlaku pada lembaran penutup yang hanya bekerja sebagai material penutup dan tidak boleh diperhitungkan sebagai elemen yang ikut memikul beban

4.2 Sistem campuran

Desain komponen struktur pada sistem campuran menggunakan komponen struktur baja canai dingin bersama-sama dengan material lain harus memenuhi Standar ini dan Standar material yang relevan lainnya.

4.3 Pengekang lateral

4.3.1 Umum

Pengekang lateral yang diperlukan untuk menahan lentur ke arah lateral atau puntir pada balok atau kolom harus memenuhi Pasal 4.3.2 dan 4.3.3. Tekuk lokal pada titik pemasangan pengekang lateral, harus dihindarkan.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

4.3.2 Balok dan kolom simetris

4.3.2.1 Umum

Pengekang dan sistem pengekang, termasuk sambungan-sambungannya, harus didesain sesuai dengan persyaratan kekuatan dan kekakuan.

4.3.2.2 Pengekang terhadap defleksi lateral

Pengekang lateral pada setiap potongan penampang komponen struktur yang dikekangnya harus didesain untuk mentransfer suatu gaya yang bekerja pada sayap kritisnya sebesar 0,025 kali gaya maksimum pada sayap kritis dari segmen atau sub-segmen di sebelahnya, kecuali jika pengekang dipasang lebih rapat daripada yang dibutuhkan untuk menjamin $M^* = \phi_b M_b$.

Jika pengekang dipasang lebih rapat, maka pengekang dapat didesain terhadap gaya yang lebih kecil. Pengaturan letak pengekang diasumsikan ekuivalen dengan sejumlah pengekang yang diperlukan untuk menjamin $M^* = \phi_b M_b$. Setiap pengekang ekuivalen harus mewakili sekelompok pengekang aktual. Kelompok pengekang ini kemudian didesain sebagai satu kesatuan untuk mentransfer gaya sebesar 0,025 kali gaya maksimum pada sayap kritis segmen atau sub-segmen ekuivalen di sebelahnya.

4.3.2.3 Pengekang terhadap rotasi puntir

Pengekang torsi pada suatu penampang komponen struktur yang dikekang dapat dianggap memberikan kekangan efektif terhadap rotasi puntir jika didesain untuk mentransfer gaya sebesar 0,025 kali gaya maksimum pada sayap kritis dari semua sayap yang tidak dikekang terhadap pengekang lateral.

4.3.2.4 Komponen struktur yang dikekang sejajar

Jika sekelompok komponen struktur paralel dikekang oleh sebaris pengekang, setiap elemen pengekang harus didesain untuk mentransfer gaya sebesar penjumlahan 0,025 kali gaya sayap dari komponen struktur yang tersambung dan 0,0125 kali penjumlahan gaya-gaya sayap pada komponen-komponen struktur yang disambung di luarnya, namun tidak perlu melebihi tujuh komponen struktur.

4.3.2.5 Pengekang terhadap rotasi lateral

Pengekang rotasi pada suatu potongan penampang komponen struktur yang dikekang dapat dianggap memberikan kekangan terhadap rotasi lateral di luar bidang lentur, sehingga kekakuan lentur pada bidang rotasinya sama dengan kekakuan dari komponen struktur yang dikekangnya.

4.3.3 Balok penampang kanal dan Z

4.3.3.1 Umum

Persyaratan untuk breising yang menahan puntir pada penampang kanal dan Z yang digunakan sebagai balok dan dibebani pada bidang pelat badannya, hanya berlaku jika —

(a) sayap atas dihubungkan ke dek atau material lembaran sesuai dengan Pasal 4.3.3.2 dan 4.3.3.3 sehingga efektif menahan defleksi lateral sayap yang disambungnya; atau
(b) tidak ada sayap yang disambung.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Jika kedua sayap disambung, maka tidak perlu dipasang breising.

4.3.3.2 Satu sayap dihubungkan ke lembaran dan menerima tekanan hisap akibat angin

Penampang kanal dan Z, yang digunakan untuk memikul material penutup yang digantungkan padanya dan dibebani pada bidang yang sejajar dengan pelat badan, harus didesain dengan memperhitungkan pengaruh pengekangan dari material penutup dan alat pengencangnya. Perlu dibuat batasan untuk gaya-gaya, dari setiap balok, yang berakumulasi pada material penutup. Gaya-gaya ini harus ditransfer dari material penutup ke komponen struktur atau rakitan komponen struktur dengan kekuatan dan kekakuan yang cukup untuk menahan gaya-gaya tersebut.

CATATAN Hal ini dapat dicapai dengan salah satu cara berikut ini:

(a) Sistem komponen-komponen struktur yang terhubung atau terikat cukup kuat untuk memikul gaya-gaya pada suatu komponen struktur kaku.
(b) Pengaturan komponen-komponen struktur lain yang dibebani sama besar agar saling melawan satu dengan lainnya.
(c) Diafragma dengan kekakuan yang cukup untuk mentransfer gaya-gaya ke suatu komponen struktur perimeter yang kaku, yang dilengkapi dengan perangkat-perangkat lain (misalnya *cleats*), yang dapat menahan rotasi balok di daerah tumpuan.
(d) Tegangan aksial langsung pada lembaran atap. Gaya-gaya ini dapat diabaikan dari atap jika gaya-gaya yang sama besar dan berlawanan arah saling bertemu.
(e) Desain-desain lain dimana gaya-gaya ditransfer ke komponen struktur kaku pada eaves, seperti eaves struts pada atap sederhana.

Untuk sistem balok yang memenuhi persyaratan cleat dan sekrup sesuai dengan Pasal 3.3.3.4, poin (ix) hingga (xiv), breising tidak perlu dihubungkan ke suatu komponen struktur kaku tetapi harus mampu mencegah deformasi torsi balok di titik-titik pemasangannya.

4.3.3.3 Breising sistem atap akibat beban gravitasi

Untuk penampang kanal dan Z, yang didesain sesuai dengan Pasal 3.3.3 dan lembaran dikencangkan secara langsung ke sayap atas sehingga mencegah terjadinya gerakan relatif antara lembaran dan sayap gording, perlu diatur menahan sayap-sayap supaya perpindahan lateral sayap atas terhadap titik tumpuan gording tidak melebihi panjang bentang dibagi 360. Jika sayap-sayap atas dari semua gording menghadap pada arah yang sama, pengangkuran sistem pengekang harus sesuai dengan poin (a) dan (b) dari Pasal ini. Jika sayap-sayap atas jajaran gording di sebelahnya menghadap pada arah yang berlawanan, maka harus dipasang sistem pengekang untuk menahan gerakan ke bawah akibat beban gravitasi total.

Breising-breising terangkur dapat dihubungkan ke satu baris gording dalam setiap bentang gording dalam setiap bidang atap, jika ada aturan untuk mentransfer gaya-gaya dari barisan gording lain melalui lembaran dan sistem pengencangannya. Breising terangkur harus sedekat mungkin dengan sayap yang berhubungan dengan lembaran. Breising terangkur harus dipasang untuk setiap bentang gording.

Untuk pengaturan breising selain yang telah ditentukan dalam poin (a) dan (b), harus dilakukan pengujian sesuai dengan Bab 6 agar tipe dan jarak breising yang dipilih sedemikian hingga kapasitas pengujian dari rakitan gording terbreising harus lebih besar atau sama dengan kapasitas lentur nominalnya, tidak seperti yang ditentukan dalam Bab 6.

Untuk sistem atap yang menggunakan penampang kanal dan Z, harus ditentukan menurut:

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

(a) Penampang-kanal. Untuk sistem atap yang menggunakan gording berpenampang kanal dengan sayap tekan menghadap pada arah yang sama, sistem harus memiliki gaya tahanan sebesar N^*_{ib}, sebagai tambahan akibat beban-beban lain:

$$N^*_{ib} = (0{,}05\alpha \cos\theta - \sin\theta)F^*_p \qquad (4.3.3.3(1))$$

Keterangan:

N^*_{ib} adalah gaya desain yang ditahan oleh breising tengah balok

α adalah koefisien
= +1 untuk gording yang menghadap ke atas
= –1 untuk gording yang menghadap ke bawah

θ adalah sudut antara bidang vertikal dengan bidang pelat badan penampang-kanal

F^*_p adalah beban desain vertikal total yang ditahan oleh semua barisan gording yang dikekang. Jika digunakan lebih dari satu breising pada sebuah gording, N^*_{ib} harus dibagi rata antara semua breising.

CATATAN Nilai positif bagi N^*_{ib} berarti diperlukan pengekang untuk mencegah sayap-sayap gording bergerak ke atas bidang atap, dan nilai negatif diperlukan pengekang untuk mencegah sayap-sayap gording bergerak ke bawah bidang atap.

(b) Penampang- Z . Untuk sistem atap dengan kekakuan diafragma sekurang-kurangnya 350 kN/m, dan 4 hingga 20 gording berpenampang Z berjajar dengan sayap atas menghadap ke atas bidang atap, serta memiliki breising di tumpuan gording, tengah bentang atau sepertiga bentang, setiap breising didesain terhadap gaya desain (N^*_{ib}) yang ditentukan sebagai berikut:

(i) Sistem bentang-tunggal dengan pengekang di tumpuan:

$$N^*_{ib} = 0{,}5\left(\frac{0{,}22 b_f^{1{,}50}\cos\theta}{n_p^{0{,}72} d^{0{,}90} t^{0{,}60}} - \sin\theta\right)F^*_p \qquad (4.3.3.3(2))$$

(ii) Sistem bentang-tunggal dengan pengekang di sepertiga bentang:

$$N^*_{ib} = 0{,}5\left(\frac{0{,}474 b_f^{1{,}22}\cos\theta}{n_p^{0{,}57} d^{0{,}89} t^{0{,}33}} - \sin\theta\right)F^*_p \qquad (4.3.3.3(3))$$

(iii) Sistem bentang-tunggal dengan pengekang di tengah bentang:

$$N^*_{ib} = \left(\frac{0{,}22 b_f^{1{,}32}\cos\theta}{n_p^{0{,}65} d^{0{,}83} t^{0{,}50}} - \sin\theta\right)F^*_p \qquad (4.3.3.3(4))$$

(iv) Sistem bentang majemuk dengan pengekang di tumpuan:

$$N^*_{ib} = C_{tr}\left(\frac{0{,}053 b_f^{1{,}88} l^{0{,}13}\cos\theta}{n_p^{0{,}95} d^{0{,}94}} - \sin\theta\right)F^*_p \qquad (4.3.3.3(5))$$

C_{tr} adalah koefisien untuk menentukan N^*_{ib} untuk sistem bentang majemuk dengan pengekang di tumpuan
= 0,63 untuk breising di tumpuan ujung
= 0,87 untuk breising pada tumpuan interior pertama
= 0,81 untuk semua breising lainnya

(v) Sistem bentang majemuk dengan pengekang di sepertiga bentang:

$$N^*_{ib} = C_{th}\left(\frac{0{,}181 b_f^{1{,}15} l^{0{,}25}\cos\theta}{n_p^{0{,}54} d^{1{,}11} t^{0{,}29}} - \sin\theta\right)F^*_p \qquad (4.3.3.3(6))$$

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

C_{th} adalah koefisien untuk menentukan N^*_{ib} untuk sistem bentang majemuk dengan pengekang di sepertiga bentang
= 0,57 untuk breising-breising terluar pada bentang eksterior
= 0,48 untuk semua breising lainnya

(vi) Sistem bentang majemuk dengan pengekang di tengah bentang:

$$N^*_{ib} = C_{ms}\left(\frac{0{,}116 b_f^{1{,}32} l^{0{,}18}\cos\theta}{n_p^{0{,}70} d^{1{,}00} t^{0{,}50}} - \sin\theta\right) F^*_p \qquad (4.3.3.3(7))$$

C_{ms} adalah koefisien untuk menentukan N^*_{ib} untuk sistem bentang majemuk dengan pengekang di tengah bentang
= 1,05 untuk breising-breising pada bentang eksterior
= 0,90 untuk semua breising lainnya

Keterangan:

b_f adalah lebar rata dari sayap
n_p adalah jumlah barisan gording yang sejajar
t adalah tebal penampang
θ adalah sudut antara bidang vertikal dan bidang pelat badan penampang- Z
l adalah panjang komponen struktur
F^*_p adalah beban desain total yang ditahan oleh barisan gording antara dua tumpuan yang berdekatan

Gaya desain $\left(N^*_{ib}\right)$ diambil positif jika diperlukan pengekang untuk mencegah gerakan sayap-sayap gording ke arah atas bidang atap.

Untuk sistem-sistem dengan barisan gording kurang dari empat, gaya breising harus ditentukan 1,1 kali gaya yang dihitung dengan Persamaan 4.3.3.3(2) hingga 4.3.3.3(7), dengan n_p = 4. Untuk sistem dengan barisan gording lebih dari 20, gaya breising harus ditentukan menggunakan Persamaan 4.3.3.3(2) hingga 4.3.3.3(7) dengan n_p = 20 dan F^*_p berdasarkan jumlah gording total.

4.3.3.4 Tidak ada sayap yang dihubungkan ke lembaran atau dihubungkan ke lembaran dengan pengencang tersembunyi

Setiap breising di tengah bentang, pada sayap-sayap atas dan bawah, harus didesain terhadap gaya desain horizontal $\left(N^*_{ib}\right)$ yang ditentukan sebagai berikut:

(a) Untuk beban terbagi rata, $N^*_{ib} = 1.5k'$ kali beban desain yang berjarak $0.5l_b$ pada masing-masing breising, dimana l_b adalah jarak antara garis tengah breising-breising.

(b) Untuk beban terpusat, $N^*_{ib} = 1.0k'$ kali beban terpusat desain dalam jarak $0,3l_b$ pada masing-masing breising, ditambah $1.4k\left(1 - m/l_b\right)$ kali beban terpusat desain yang terletak lebih dari $0,3a$ tetapi tidak lebih dari $1,0a$ dari breising, dimana m adalah jarak dari beban terpusat ke breising dan a adalah jarak antara garis tengah breising-breising.

Untuk penampang kanal:

$$k' = \frac{m}{d} \qquad (4.3.3.4(1))$$

Untuk penampang Z :

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

$$k' = \frac{I_{x'y'}}{I_{x'}} \qquad (4.3.3.4(2))$$

Keterangan:

k' adalah koefisien untuk menentukan $\left(N_{ib}^{*}\right)$ dimana tidak ada sayap yang dihubungkan ke lembaran dengan atau tanpa alat pengencang tersembunyi

$I_{x'y'}$ adalah produk inersia sumbu utama mayor dan minor sejajar dan tegak lurus terhadap pelat badan

$I_{x'}$ adalah momen inersia penampang terhadap sumbu titik beratnya tegak lurus terhadap pelat badan

Breising-breising tidak boleh mengalami tekuk lokal pada titik sambungannya ke komponen struktur.

Breising-breising harus dihubungkan sedemikian rupa untuk mencegah defleksi lateral pada sayap dalam dua arah pada breising-breising di tengah bentang. Jika sepertiga atau lebih dari beban desain total pada balok terkonsentrasi di sepanjang seperdua belas bentang balok atau kurang, diperlukan tambahan breising yang diletakkan pada atau dekat tengah dari panjang yang dibebani.

Breising-breising tidak diperlukan jika seluruh beban-beban dan reaksi-reaksi pada balok disalurkan melalui komponen-komponen struktur yang merangka pada suatu penampang sedemikian hingga secara efektif memberikan kekangan terhadap rotasi dan perpindahan lateral.

4.4 Stud dinding dan rakitan stud dinding

Kapasitas desain sebuah stud dapat dihitung sesuai dengan Bab 3 (dengan mengabaikan lembaran dan menggunakan baja saja) atau berdasarkan anggapan bahwa lembaran (yang dihubungkan ke satu atau dua sisi stud) menghasilkan tumpuan lateral dan rotasi terhadap stud pada bidang dinding, asalkan stud, lembaran, dan tambahan-tambahan sesuai dengan:

(a) Kedua ujung stud harus diikat untuk mencegah rotasi terhadap sumbu longitudinal stud dan perpindahan horizontal tegak lurus terhadap sumbu stud, tetapi kedua ujung stud boleh atau tidak boleh bebas berotasi terhadap kedua sumbu yang tegak lurus terhadap sumbu stud. Lembaran harus dihubungkan ke komponen struktur atas dan bawah rakitan dinding untuk meningkatkan tahanan pada stud dan membuat stabil keseluruhan rakitan dinding.
Jika breising tengah seperti dinding pengisi digunakan untuk stabilitas titik-titik di sepanjang stud dinding baik pada sistem dengan/tanpa lembaran, maka breising tersebut harus dihubungkan ke stud untuk mencegah deformasi lateral dan torsi pada stud di titik sambungan.

(b) Jika lembaran digunakan untuk stabilitas stud-stud dinding, lembaran harus mampu mempertahankan kapasitas dan kekakuannya sepanjang umur desain yang diharapkan dan diperlukan tambahan breising untuk menjaga integritas struktur baik selama pengkonstruksian maupun selama masa pakai.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

5 Sambungan

5.1 Umum

Semua sistem pengencangan yang sesuai seperti las, baut, sekrup, paku keling, *clinching*, paku, lem struktural atau alat mekanis lainnya, dapat digunakan untuk menghubungkan bagian-bagian komponen struktur.

Elemen sambungan terdiri dari komponen struktur, komponen struktur sambungan (*cleat*, pelat buhul, pengait, pelat penyambung) dan alat penyambung (las, baut, sekrup, paku keling, clinches, paku, lem). Sambungan pada suatu struktur harus didesain agar konsisten dengan asumsi-asumsi yang dipergunakan dalam analisis struktur dan sesuai dengan Bab ini. Sambungan harus mampu mentransfer efek-efek aksi desain yang dihitung dari analisis ini.

Kapasitas desain dari sambungan-sambungan khusus dapat ditentukan melalui uji prototipee sesuai dengan Bab 8.

5.2 Sambungan las

5.2.1 Umum

Pasal ini berlaku untuk sambungan las untuk komponen struktur baja canai dingin dimana las dihasilkan melalui proses las busur atau las resistance.

Sambungan las busur, dimana sekurang-kurangnya satu bagian tersambung memiliki ketebalan kurang dari 3 mm, atau ketebalan kurang dari 2.5 mm untuk las sudut, harus sesuai dengan ANSI/A WS D1.2. Kapasitas desain las busur harus ditentukan sesuai dengan Pasal 5.2.2 hingga 5.2.6.

Sambungan las busur, dimana setiap bagian tersambung memiliki ketebalan lebih besar atau sama dengan 3 mm, atau ketebalan lebih besar dari atau sama dengan 2.5 mm untuk las sudut, harus sesuai dengan AS/NZS 1554.1 atau AS/NZS 1554.2. Kapasitas desain las busur harus ditentukan menurut AS 4100 atau NZS 3404.

Las resistance harus sesuai dengan A WS C1.1 atau A WS C1.3. Kapasitas desain las resistance harus ditentukan sesuai dengan Pasal 5.2.7.

CATATAN

1. Untuk baja gilas dingin mutu tinggi, harus digunakan Pasal 1.5.1.4 untuk menghitung reduksi kekuatan desain di daerah dekat las.
2. AS/NZS 1554.1 mensyaratkan perencana untuk menentukan kategori las yang diperlukan, baik untuk pemakaian umum maupun pemakaian struktural, dan persyaratan-persyaratan pengujian non-destruktif.

5.2.2 Las tumpul

5.2.2.1 Tarik atau tekan

Gaya tarik atau tekan desain $\left(N_w^*\right)$ normal terhadap luasan las tumpul harus memenuhi:

$$N_w^* \le \phi N_w \qquad (5.2.2.1(1))$$

Keterangan:

ϕ adalah faktor reduksi kapasitas las tumpul dalam tarik atau tekan (lihat Tabel 1.6)

N_w adalah kapasitas tarik atau tekan nominal dari las tumpul

Kapasitas tarik atau tekan nominal suatu las tumpul yang dilas dari satu atau dua sisi, harus ditentukan sebagai berikut:

$$N_w = l_w t_t f_y \qquad (5.2.2.1(2))$$

Keterangan:

l_w adalah panjang penuh las

t_t adalah tebal desain dari las tumpul seperti ditentukan dalam AS/NZS 1554.1

f_y adalah tegangan leleh yang digunakan dalam desain untuk baja dasar dengan mutu yang lebih rendah

5.2.2.2 Geser

Gaya geser desain $\left(V_w^*\right)$ pada las tumpul harus memenuhi:

$$V_w^* \le \phi V_w \qquad (5.2.2.2(1))$$

Keterangan:

ϕ adalah faktor reduksi kapasitas las tumpul dalam geser (lihat Tabel 1.6)

V_w adalah kapasitas geser nominal las tumpul

Kapasitas geser desain $\left(\phi V_w\right)$ las tumpul diambil nilai terkecil dari:

(a) $\phi = 0{,}8$

$$V_w = l_w t_t (0.6 f_{uw}) \qquad (5.2.2.2(2))$$

(b) $\phi = 0{,}8$

$$V_w = l_w t_t \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right) \qquad (5.2.2.2(3))$$

Dimana f_{uw} kekuatan tarik nominal untuk logam las.

5.2.3 Las sudut

5.2.3.1 Umum

Las sudut yang menerima gaya geser desain $\left(V_w^*\right)$ harus memenuhi:

$$V_w^* \le \phi V_w \qquad (5.2.3.1(1))$$

Keterangan:

ϕ adalah faktor reduksi kapasitas las sudut (lihat Tabel 1.6)

V_w adalah kapasitas geser nominal las sudut

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Kapasitas geser desain (ϕV_w) las sudut harus memenuhi Pasal 5.2.3.2, 5.2.3.3 dan 5.2.3.4.

5.2.3.2 Pembebanan longitudinal

Untuk pembebanan longitudinal, ϕV_w harus ditentukan dari nilai terkecil poin (a)(i) dan (b)(i), atau nilai terkecil dari poin (a)(ii) dan (b)(ii), sebagai berikut:

(a) (i) Untuk $\frac{l_w}{t_1} < 25$:

ϕ = 0,60

$$V_w = \left[1 - \frac{0,01 l_w}{t_1}\right] t_1 l_w f_{u1} \qquad (5.2.3.2(1))$$

(ii) Untuk $\frac{l_w}{t_2} < 25$:

ϕ = 0,60

$$V_w = \left[1 - \frac{0,01 l_w}{t_2}\right] t_2 l_w f_{u2} \qquad (5.2.3.2(2))$$

(b) (i) Untuk $\frac{l_w}{t_1} \geq 25$:

ϕ = 0,60

$$V_w = 0,75 t_1 l_w f_{u1} \qquad (5.2.3.2(3))$$

(ii) Untuk $\frac{l_w}{t_2} \geq 25$:

ϕ = 0,60

$$V_w = 0,75 t_2 l_w f_{u2} \qquad (5.2.3.2(4))$$

Untuk baja mutu G450 seperti ditentukan dalam AS 1397, harus digunakan faktor kapasitas 0,55 pada semua Pasal 5.2.3.2.

5.2.3.3 Pembebanan transversal

Untuk pembebanan transversal, ϕV_w harus ditentukan sebagai berikut:

ϕ = 0,60

V_w = $t_1 l_w f_{u1}$; atau (5.2.3.3(1))

= $t_2 l_w f_{u2}$ (5.2.3.3(2))

diambil yang terkecil

Keterangan:

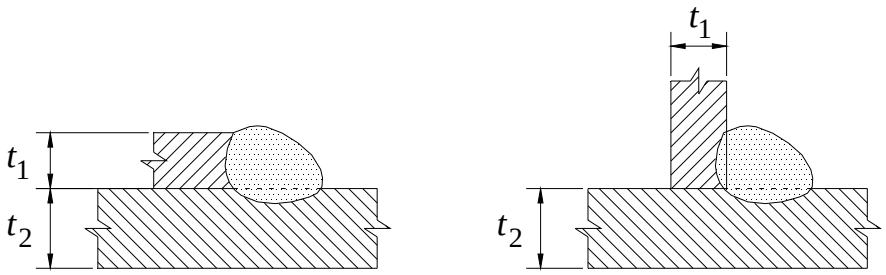
t_1, t_2 adalah ketebalan kedua pelat penyambung dengan kekuatan tarik f_{u1} dan f_{u2} (lihat Gambar 5.2.3(a) dan (b))

l_w adalah panjang las sudut

f_{u1}, f_{u2} adalah kekuatan tarik yang digunakan untuk desain dua pelat tersambung dengan ketebalan t_1 dan t_2.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Apabila kegagalan miring dapat terjadi, maka harus digunakan faktor kapasitas tereduksi sebesar 0,55.



(a) Sambungan lewatan (b) Sambungan - T

Gambar 5.2.3 - Las sudut

5.2.3.4 Pembebanan longitudinal dan transversal

Untuk pembebanan longitudinal dan transversal, atau keduanya, ϕV_w harus ditentukan sebagai berikut:

Untuk t ≥ 2,5 mm

ϕ = 0,60

$$V_w = 0.75 t_t l_w f_{uw}; \quad (5.2.3.4(1))$$

Keterangan:

t_t adalah tebal desain dari las (lihat Gambar 5.2.3)

= 0,707 t_{w1} atau 0,707 t_{w2} , diambil yang terkecil (5.2.3.4(2))

t_{w1} , t_{w2} adalah panjang kaki las sudut

l_w adalah panjang las sudut

f_{uw} adalah kekuatan tarik nominal untuk logam las

Tebal desain las yang lebih besar daripada yang dihitung menggunakan Persamaan 5.2.3.4(2) dapat diperkenankan jika pengukuran di lapangan menunjukkan bahwa prosedur pengelasan secara konsisten menghasilkan nilai yang lebih besar.

5.2.4 Las busur spot (las *puddle*)

5.2.4.1 Umum

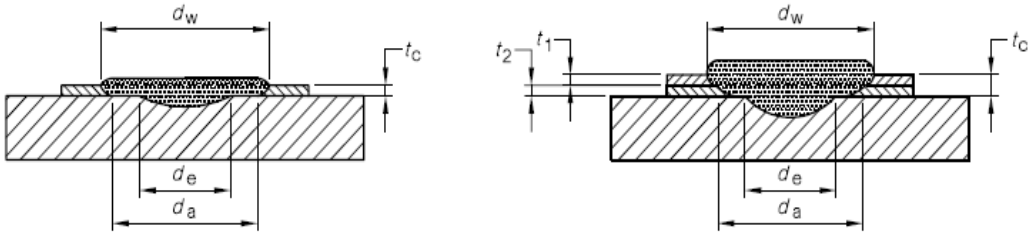
Las busur spot (lihat Gambar 5.2.4(A)) berlaku untuk baja lembaran yang dilas ke komponen struktur pendukung yang lebih tebal dalam posisi datar atau lembaran ke lembaran dalam posisi datar. Las busur spot tidak boleh dilakukan pada baja jika bagian tersambung memiliki ketebalan paling tipis lebih dari 3 mm, atau pada gabungan lembaran baja dengan ketebalan total lebih dari 3 mm.

Ring pengelasan (lihat Gambar 5.2.4(B)) harus digunakan jika ketebalan lembaran kurang dari 0,7 mm. Ring pengelasan harus memiliki ketebalan antara 1,3 dan 2,0 mm dengan diameter lubang minimum sebesar 10 mm.

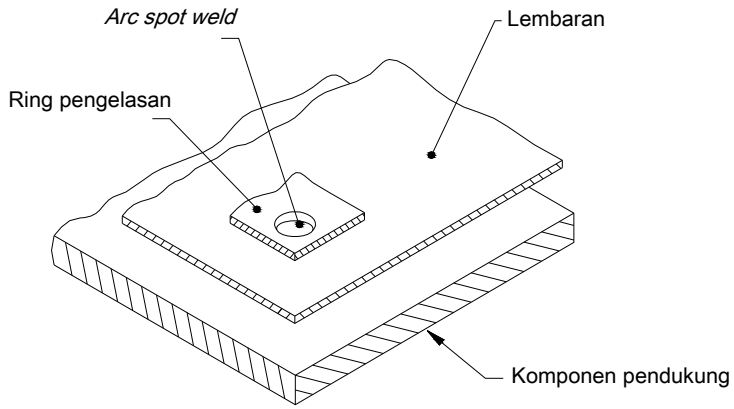
"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Pengelasan lembaran dengan lembaran tidak memerlukan ring pengelasan.

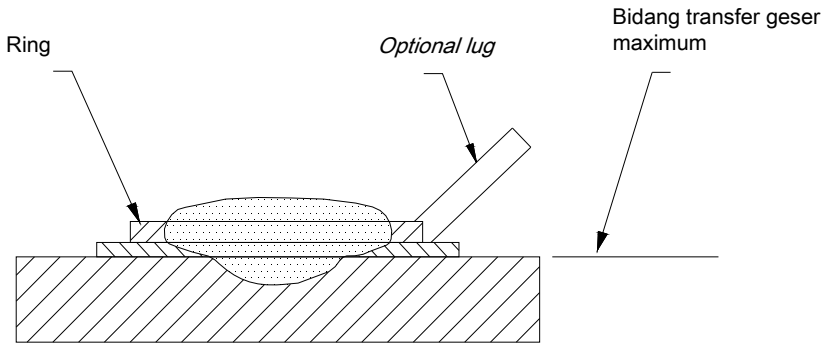
Las busur spot ditentukan berdasarkan diameter efektif minimum daerah fusi $\left(d_e\right)$ (lihat Gambar 5.2.4(A)). Diameter efektif minimum adalah 10 mm.



Gambar - 5.2.4(A) Las busur spot



(a) Ring pengelasan tipikal



(b) *Arc spot weld* menggunakan ring

Gambar 5.2.4(B) - Ring pengelasan untuk las busur spot

5.2.4.2 Geser

Gaya geser desain $\left(V_w^*\right)$ pada las busur spot harus memenuhi:

$$V_w^* \le \phi V_w \qquad (5.2.4.2(1))$$

Keterangan:

ϕ adalah faktor reduksi kapasitas las busur spot dalam geser (lihat Tabel 1.6)

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

V_w adalah kapasitas geser nominal las busur spot

Kapasitas geser desain (ϕV_w) las busur spot antar lembaran dan komponen struktur pendukung sekurang-kurangnya harus memenuhi poin (a) dan salah satu dari poin (b)(i), (ii) dan (iii) sebagai berikut:

(a) ϕ = 0,60

$$V_w = 0{,}589 d_e^2 f_{uw} \qquad (5.2.4.2(2))$$

(b) (i) Untuk $\frac{d_a}{t_c} \le 0{,}815\sqrt{\frac{E}{f_u}}$:

ϕ = 0,60

$$V_w = 2{,}20 t_c d_a f_u \qquad (5.2.4.2(3))$$

(ii) Untuk $0{,}815\sqrt{\frac{E}{f_u}} < \left(\frac{d_a}{t_c}\right) < 1{,}397\sqrt{\frac{E}{f_u}}$:

ϕ = 0,50

$$V_w = 0{,}280\left[1 + 5{,}59\sqrt{\frac{\frac{E}{f_u}}{\frac{d_a}{t_c}}}\right] t_c d_a f_u \qquad (5.2.4.2(4))$$

(iii) Untuk $\frac{d_a}{t_c} \ge 1{,}397\sqrt{\frac{E}{f_u}}$:

ϕ = 0,50

$$V_w = 1{,}40 t_c d_a f_u \qquad (5.2.4.2(5))$$

Keterangan:

d_e adalah diameter efektif dari daerah fusi (lihat Gambar 5.2.4(A))

= $(0{,}7\, d_w - 1{,}5\, t_c) \le 0{,}55\, d_w$ (5.2.4.2(6))

d_w adalah diameter yang terlihat dari permukaan luar las busur spot

E adalah modulus elastis Young (200 x 10^3 MPa)

d_a adalah diameter rata-rata las busur spot pada ketebalan tengah, t_c (lihat Gambar 5.2.4(A))

= $(d_w - t_c)$ untuk lembaran tunggal (5.2.4.2(7))

= $(d_w - 2t_c)$ untuk lembaran majemuk (5.2.4.2(8))

(susunan tidak lebih dari 4 lembaran di atas komponen struktur pendukung)

t_c adalah tebal total baja dasar kombinasi (tidak termasuk material pelapis) dari lembaran-lembaran yang mengalami transfer geser di atas bidang transfer geser maksimum (lihat Gambar 5.2.4(B)(b))

CATATAN Jika prosedur pengelasan dapat dibuktikan melalui pengukuran, secara konsisten menghasilkan diameter efektif (d_c) atau diameter rata-rata (d_a) yang lebih besar dari yang dibutuhkan, maka diameter yang lebih besar tersebut boleh digunakan asalkan prosedur pengelasan tetap dilakukan secara konsisten.

5.2.4.3 Sobek

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Bagian-bagian yang terhubung harus mempunyai jarak antar las busur spot dan jarak antara las busur spot dengan bagian tepinya (e) sedemikian rupa sehingga gaya geser desain $\left(V_w^*\right)$ yang ditransfer melalui las memenuhi—

$$V_w^* \le \phi V_w \qquad (5.2.4.3(1))$$

Keterangan:

ϕ adalah faktor reduksi kapasitas bagian tersambung dari las busur spot dalam geser (lihat Tabel 1.6)

= 0,70 untuk $\frac{f_u}{f_y} \ge 1,08$

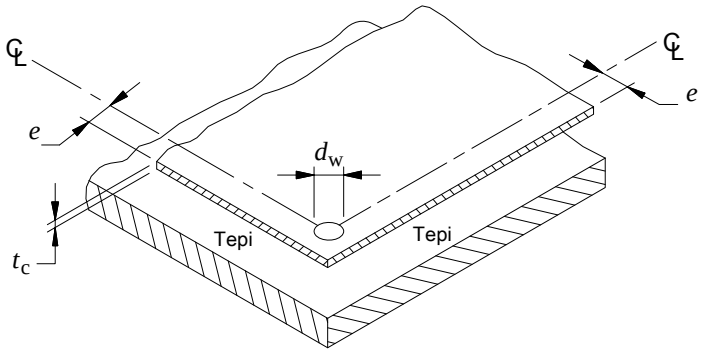
= 0,60 untuk $\frac{f_u}{f_y} < 1,08$

V_w adalah gaya geser nominal yang ditransfer melalui las

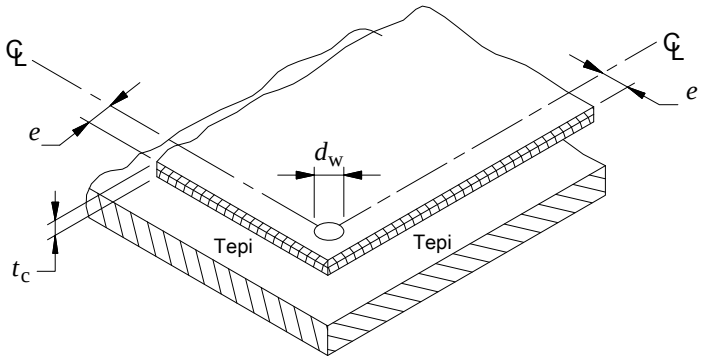
$= tef_u$ (5.2.4.3(2))

t adalah tebal tertipis dari lembaran tersambung

e adalah jarak tepi diukur pada garis gaya dari garis tengah las busur spot ke tepi terdekat las di sebelahnya atau ke ujung bagian tersambung (lihat Gambar 5.2.4(C) (a) dan (b))



(a) Lembaran tunggal



(b) Lembaran ganda

Gambar 5.2.4(C) - Jarak tepi untuk las busur spot

Sebagai tambahan, jarak tepi (e) dari garis tengah setiap las ke ujung atau tepi komponen struktur tersambung tidak boleh kurang dari 1,5 d_w. Dalam semua kasus jarak bersih las dan ujung komponen struktur tidak boleh kurang dari 1,0 d_w.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

5.2.4.4 Tarik

Gaya tarik desain $\left(N_{\mathrm{w}}^{*}\right)$ pada las busur spot harus memenuhi:

$$N_{\mathrm{w}}^{*} \le \phi N_{\mathrm{w}} \qquad (5.2.4.4(1))$$

Kapasitas tarik desain $\left(\phi N_{\mathrm{w}}\right)$ setiap las busur spot di antara lembaran dan komponen struktur pendukungnya harus dtentukan sebagai berikut:

ϕ = 0,65

N_{w} adalah kapasitas tarik nominal dari las busur spot

$$= 0{,}70 t d_{\mathrm{a}} f_{\mathrm{u}} \qquad (5.2.4.4(2))$$

Persyaratan tambahan untuk digunakan dalam Persamaan 5.2.4.3 adalah sebagai berikut:

e ≥ d_w

f_{uw} ≥ 410 MPa

f_{u} ≤ 410 MPa

t ≤ 0,7 mm

CATATAN Jika prosedur pengelasan dapat dibuktikan melalui pengukuran, secara konsisten menghasilkan diameter rata-rata (d_{a}) yang lebih besar dari yang dibutuhkan, maka diameter yang lebih besar tersebut boleh digunakan asalkan prosedur pengelasan tetap dilakukan secara konsisten.

Efek-efek pembebanan eksentris pada las busur spot yang menerima beban tarik ke atas (angkat), seperti las busur spot pada keliling sistem atap atau lantai, harus dievaluasi dan diperhitungkan dalam desain las.

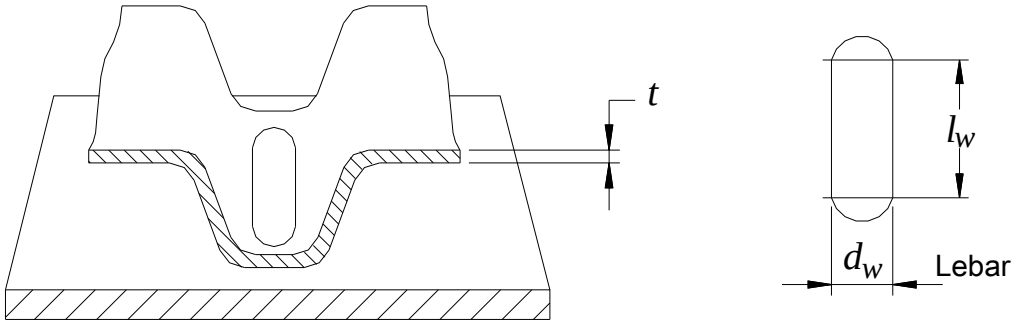
5.2.5 Las busur seam

5.2.5.1 Umum

Las busur seam (lihat Gambar 5.2.5.1) hanya berlaku untuk sambungan-sambungan berikut:

(a) Lembaran disambung ke komponen struktur pendukung yang lebih tebal, dilas dalam posisi datar.

(b) Lembaran disambung ke lembaran, dilas dalam posisi horizontal atau datar.



Gambar 5.2.5.1 - Las busur seam – lembaran disambung ke komponen struktur pendukung dalam posisi datar

5.2.5.2 Geser

Gaya geser desain $\left(V_{\mathrm{n}}^{*}\right)$ pada las busur seam harus memenuhi—

© BSN 2013

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

$$V_n^* \le \phi V_n \qquad (5.2.5.2(1))$$

Keterangan:

ϕ adalah faktor reduksi kapasitas las busur seam dalam geser (lihat Tabel 1.6)

V_n adalah kapasitas geser nominal las busur seam

Kapasitas geser desain (ϕV_n) \las busur seam harus diambil nilai terkecil dari:

(a) ϕ = 0,60

$$V_n = \left[\frac{\pi d_e^2}{4} + l_w d_e\right] 0,75 f_{uw} \qquad (5.2.5.2(2))$$

(b) ϕ = 0,60

$$V_n = 2,5 t f_u (0,25 l_w + 0,96 d_a) \qquad (5.2.5.2(3))$$

Keterangan:

d_e adalah lebar efektif las busur seam pada permukaan fusi

= 0,7 d_w – 1,5t (5.2.5.2(4))

d_w adalah lebar las busur seam

l_w adalah panjang penuh las tidak termasuk ujung melingkarnya. Dalam perhitungan, l_w tidak boleh melebihi 3 d_w

t adalah tebal tertipis dari bagian tersambung

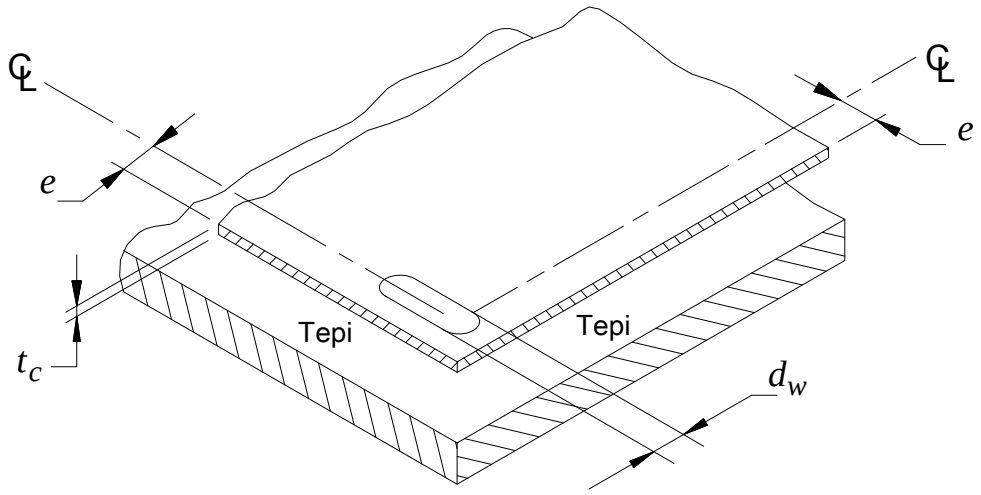
d_a adalah lebar rata-rata las busur seam

= d_w – t (untuk lembaran tunggal) (5.2.5.2(5))

= d_w – 2t (untuk lembaran ganda) (5.2.5.2(6))

5.2.5.3 Sobek

Kapasitas sobek desain (ϕV_w) dari bagian tersambung yang dihitung terhadap jarak tepi (e) (lihat Gambar 5.2.5.3) harus ditentukan seperti las busur spot yang ditentukan dalam Pasal 5.2.4.3.



Gambar 5.2.5.3 - Jarak tepi las busur seam

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

5.2.6 Las pijar

5.2.6.1 Umum

Las pijar (lihat Gambar 5.2.6(a), (b) dan (c)) hanya berlaku pada sambungan-sambungan yang dilas dalam berbagai posisi berikut:
(a) Lembaran disambung ke lembaran untuk las pijar V.
(b) Lembaran disambung ke lembaran untuk las pijar-bevel.
(c) Lembaran disambung ke komponen struktur baja yang lebih tebal untuk las pijar-bevel.

5.2.6.1 Geser

Gaya geser desain V_w^* pada las pijar harus memenuhi—

$$V_w^* \le \phi V_w \qquad (5.2.6.2(1))$$

Keterangan:
ϕ adalah faktor reduksi kapasitas las pijar yang menerima pembebanan transversal dan longitudinal (lihat Tabel 1.6)
V_w adalah kapasitas geser nominal las pijar

Kapasitas geser desain (ϕV_w) las pijar harus diambil nilai terkecil dari berikut:

(a) Untuk las pijar-bevel yang menerima pembebanan transversal (lihat Gambar 5.2.6(a)):

ϕ = 0,55

$V_w = 0{,}833\, t l_w f_u$ (5.2.6.2(2))

(b) Untuk las flare yang menerima pembebanan longitudinal (Gambar 5.2.6(b), (c), (d), (e), (f) dan (g)):

(i) Untuk $t \le t_w < 2t$ atau jika tinggi lip kurang dari l_w:

ϕ = 0,55

$V_w = 0{,}75\, t l_w f_u$ (5.2.6.2(3))

(ii) Untuk $t_w \ge 2t$ dan tinggi lip lebih atau sama dengan l_w:

ϕ = 0,55

$V_w = 1{,}5\, t l_w f_u$ (5.2.6.2(4))

(c) Untuk pembebanan longitudinal dan transversal:
Untuk $t \ge$ 2,5 mm:

ϕ = 0,60

$V_w = 0{,}75\, t_t l_w f_u$ (5.2.6.2(5))

Keterangan:
t_t adalah tebal desain dari las (lihat Gambar 5.2.6)
= (5/16) R untuk las bevel pijar yang diisi hingga rata permukaan (5.2.6.2(6))
(1/2) R atau (3/8) R jika R > 12,0 mm untuk las pijar V yang yang diisi hingga rata permukaan (5.2.6.2(7))
R adalah radius luar permukaan lengkung

5.2.7 Las tahanan (*resistance weld*)

Gaya geser desain (V_w^*) pada las tahanan harus memenuhi—

$$V_w^* \le \phi V_w \qquad (5.2.7(1))$$

Keterangan:
ϕ adalah faktor reduksi kapasitas las tahanan (lihat Tabel 1.6)

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

V_w adalah kapasitas geser nominal las tahanan

Kapasitas geser desain (ϕV_w) harus ditentukan sebagai berikut:

(a) Untuk las spot, kapasitas geser desain (ϕV_w) harus memenuhi:

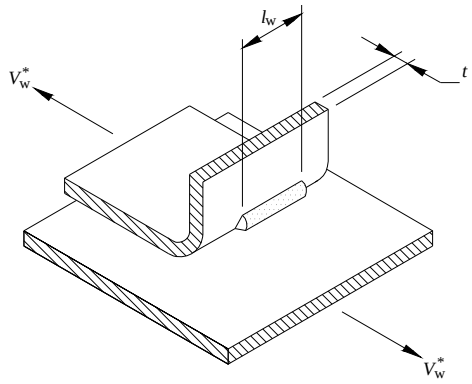
ϕ = 0,65

V_w = $5{,}51\,t^{1{,}47}$ (kN) untuk 0,25 mm ≤ t < 3,56 mm (5.2.7(2))

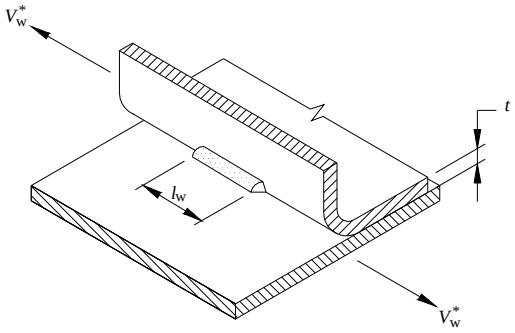
$7{,}6\,t$ + 8,57 (kN) untuk 3,56 mm ≤ t < 4,57 mm (5.2.7(3))

t adalah ketebalan lembaran terluar yang tertipis, dalam milimeter

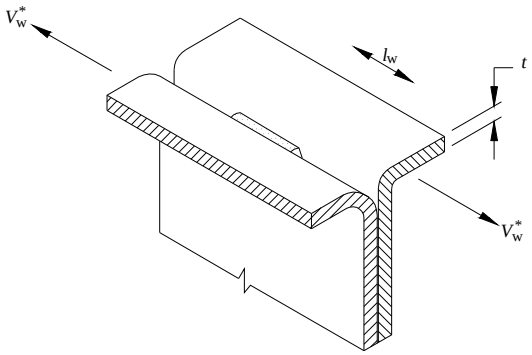
(b) Untuk las *seam*, kapasitas geser desain (ϕV_w) harus ditentukan berdasarkan pengujian sesuai dengan Bab 6.



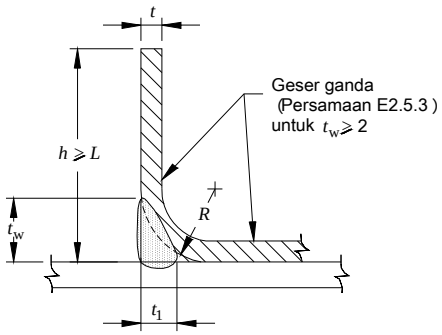
(a) Las *bevel* pijar dengan beban transversal



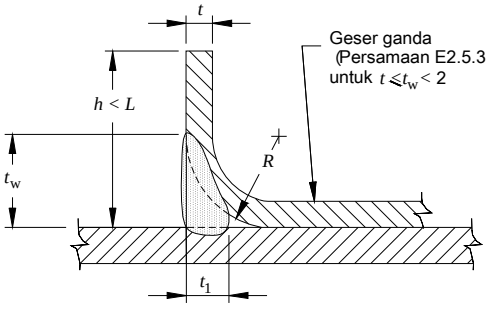
(b) Las *bevel* pijar dengan beban longitudinal



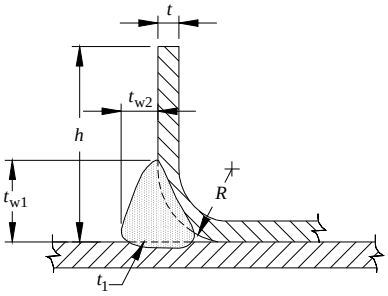
(c) Las V pijar dengan beban longitudinal



(d) Las *bevel* pijar tumpul / *groove* (diisi hingga rata permukaan $t_{w1} = R$)



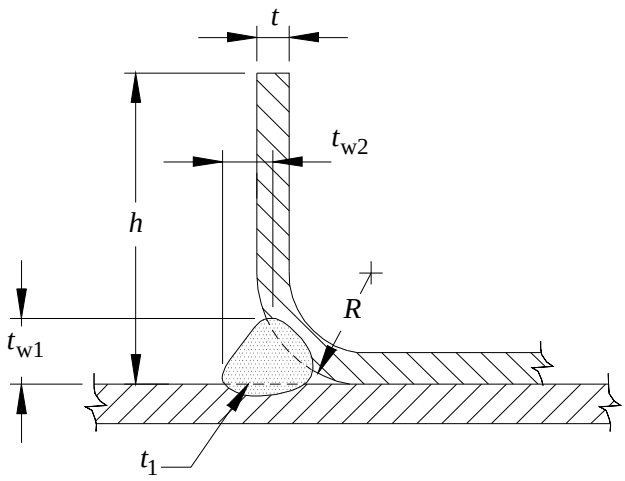
(e) Las *bevel* pijar tumpul / *groove* (diisi hingga rata permukaan $t_{w1} = R$)



(f) Las *bevel* pijar tumpul / *groove* (tidak diisi hingga rata permukaan $t_{w1} > R$)

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Gambar 5.2.6 - (Sebagian) Geser pada las pijar



(g) Las *bevel* pijar tumpul / *groove*
(tidak diisi hingga rata permukaan $t_{w1} < R$)

Gambar 5.2.6 - (Sebagian) Geser pada las pijar

5.3 Sambungan baut

5.3.1 Umum

Pasal ini berlaku untuk sambungan baut pada komponen struktur baja canai dingin dimana ketebalan pelat tersambung kurang dari 3 mm. Untuk sambungan baut pada pelat dengan ketebalan lebih atau sama dengan 3 mm, harus digunakan AS 4100 atau NZS 3404.

Baut harus dipasang dan dikencangkan agar sambungan mencapai kinerja yang dibutuhkan pada kondisi layannya.

Lubang baut standar tidak boleh lebih besar dari yang ditentukan dalam Tabel 5.3.1, kecuali lubang yang lebih besar yang digunakan pada detail dasar kolom atau sistem struktural yang dihubungkan ke beton melalui ring pelat khusus seperti yang ditentukan dalam AS 4100 atau NZS 3404.

Lubang ukuran berlebih dan lubang slot yang diberikan dalam Tabel 5.3.1 dapat digunakan, asalkan semua baut dibebani geser dan lubang-lubang memenuhi:

(a) Lubang slot. Panjang lubang slot harus tegak lurus terhadap arah gaya geser.
(b) Tidak relevan (lihat tabel deviasi).
(c) Gording dan *girts* penampang Z. Dalam kasus dimana diperlukan sambungan lewatan atau pertemuan penampang-penampang, seperti pada gording dan girt, maka diperkenankan menggunakan lubang slot-pendek asalkan semua baut dibebani dalam geser, dipasang ring atau pelat penahan dan baut-baut dikencangkan agar mencapai kinerja sambungan yang diharapkan. Dimensi lubang slot-pendek harus—

(d_f + 2,0) mm kali (d_f + 10,0) mm

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Ring dan pelat penahan harus dipasang pada lubang ukuran berlebih atau lubang slot-pendek, atau lubang slot-panjang pada lapisan yang lebih luar, kecuali jika kinerjanya dibuktikan melalui uji beban sesuai dengan Bab 8.

Tabel 5.3.1 Ukuran maksimum lubang baut

Diameter baut nominal d_f mm	Diameter lubang standar d_h mm	Diameter lubang ukuran berlebih d_h mm	Dimensi lubang slot-pendek mm	Dimensi lubang slot-panjang Mm
< 12	d_f + 1,0	d_f + 2,0	(d_f +1,0) hingga (d_f +6,0)	(d_f +1,0) hingga 2,5 d_f
≥12	d_f + 2,0	d_f + 3,0	(d_f +2,0) hingga (d_f +6,0)	(d_f +2,0) hingga 2,5 d_f

Jika lubang-lubang dibuat zig-zag, luasan yang akan dikurangkan diambil nilai terbesar dari:

(i) pengurangan untuk lubang non-zig-zag; atau

(ii) penjumlahan luasan semua lubang dalam jalur zig-zag dalam arah melintang komponen struktur atau sebagian komponen struktur, kurang dari $\left(s_p^2 t / 4 s_g\right)$ untuk setiap jarak dalam jajaran lubang;

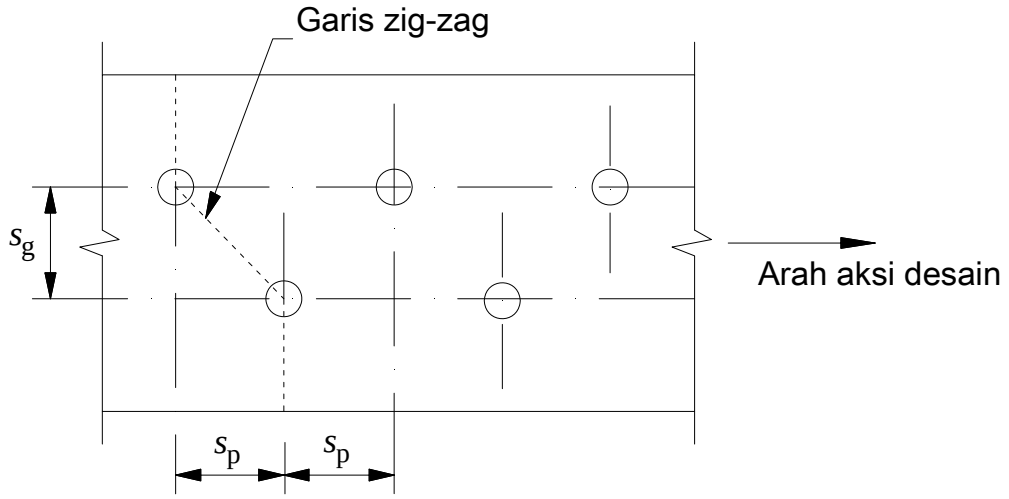
Keterangan:

s_p adalah lebar zig-zag, jarak yang diukur sejajar dengan arah aksi desain dalam komponen struktur, dari pusat-ke-pusat lubang (lihat Gambar 5.3.1(A))

t adalah tebal komponen struktur yang berlubang

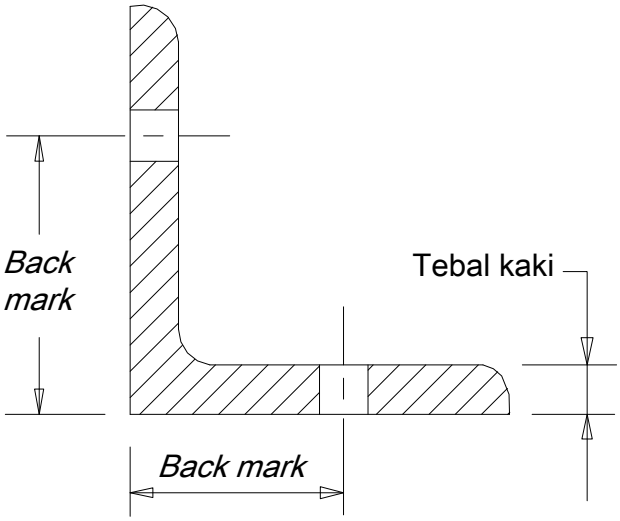
s_g adalah gauge, jarak lubang yang diukur tegak lurus terhadap arah aksi desain dalam komponen struktur, dari pusat-ke-pusat lubang (lihat Gambar 5.3.1(A))

Untuk profil siku dengan lubang di kedua kakinya, jarak ini harus diambil sebagai penjumlahan back mark setiap lubang, dikurangi tebal kaki siku (lihat Gambar 5.3.1(B))



Gambar 5.3.1(A) - Lubang zig-zag

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"



Gambar 5.3.1(B) - Profil siku dengan lubang di kedua kaki

5.3.2 Sobek

Bagian yang terhubung harus memiliki jarak antara baut-baut dan jarak tepi dari sebuah baut sedemikian rupa sehingga gaya geser desain $\left(V_f^*\right)$ bagian tersambung memenuhi—

$$V_f^* \le \phi V_f \qquad (5.3.2(1))$$

Keterangan:

ϕ adalah faktor reduksi kapasitas sambungan baut yang menerima sobek (lihat Tabel 1.6)

= 0,70 untuk $\frac{f_u}{f_y} \ge 1{,}08$

= 0,60 untuk $\frac{f_u}{f_y} < 1{,}08$

V_f adalah kapasitas geser nominal bagian tersambung di sepanjang dua garis sejajar dalam arah gaya yang bekerja

$= tef_u \qquad (5.3.2(2))$

t adalah tebal bagian tersambung

e adalah jarak yang diukur dalam arah garis gaya dari pusat lubang standar ke tepi lubang terdekat atau ke bagian ujung bagian tersambung

Sebagai tambahan, jarak minimum antara pusat-pusat lubang baut harus cukup untuk kepala baut, mur, ring dan alat pengencang tetapi tidak boleh kurang dari 3 kali diameter baut nominal (d_f). Selain itu, jarak dari pusat lubang standar ke ujung atau tepi lain komponen struktur tersambung tidak boleh kurang dari $1{,}5\,d_f$.

Untuk lubang ukuran berlebih dan lubang slot, jarak antara tepi dua lubang yang berdekatan dan jarak yang diukur dari tepi lubang ke bagian ujung atau tepi komponen struktur dalam arah garis gaya tidak boleh kurang dari [$e - (d_h/2)$], dimana e adalah jarak yang digunakan dalam Persamaan 5.3.2(2), dan d_h diameter lubang seperti diberikan dalam Tabel 5.3.1.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Jarak bersih antara tepi-tepi dua lubang yang berdekatan tidak boleh kurang dari $2d_f$ dan jarak antara tepi lubang dan ujung komponen struktur tidak boleh kurang dari d_f.

5.3.3 Tarik penampang neto

Gaya tarik desain $\left(N_f^*\right)$ pada penampang neto bagian tersambung harus memenuhi Pasal 3.2 dan—

$$N_f^* \le \phi N_f \qquad (5.3.3(1))$$

Keterangan:

ϕ adalah faktor reduksi kapasitas sambungan baut yang mengalami tarik pada penampang netonya (lihat Tabel 1.6)

N_f adalah kapasitas tarik nominal penampang neto dari bagian tersambung

Kapasitas tarik desain ϕN_f bagian tersambung harus ditentukan sebagai berikut:

(a) Jika dipasang ring di bawah kepala baut dan mur—

ϕ = 0,65 (untuk sambungan geser ganda)

ϕ = 0,55 (untuk sambungan geser tunggal)

N_f = [0,1 + (3 d_f / s_f)] $A_n f_u \le A_n f_u$ untuk baut tunggal, atau satu baris baut tegak lurus arah gaya (5.3.3(2))

N_f = $A_n f_u$ baut majemuk sejajar arah gaya (5.3.3(3))

(b) Jika tidak dipasang ring di bawah kepala baut dan mur, atau hanya ada satu ring di bawah kepala baut atau mur—

ϕ = 0,65

N_f = [2,5 d_f / s_f)] $A_n f_u \le A_n f_u$ untuk baut tunggal, atau satu baris baut tegak lurus arah gaya (5.3.3(4))

N_f = $A_n f_u$ baut majemuk sejajar arah gaya (5.3.3(5))

Keterangan:

s_f adalah jarak baut tegak lurus garis gaya; atau lebar lembaran pada kasus baut tunggal

A_n adalah luasan neto bagian tersambung

5.3.4 Tumpu

5.3.4.1 Umum

Kapasitas tumpu desain $\left(\phi V_b\right)$ sambungan baut harus ditentukan sesuai dengan Pasal 5.3.4.2 dan 5.3.4.3. Untuk kondisi yang tidak tercantum dalam Standar ini, ϕV_b sambungan baut harus ditentukan melalui pengujian.

5.3.4.2 Kapasitas tumpu tanpa memperhitungkan deformasi lubang baut

Jika deformasi di sekeliling lubang baut tidak perlu diperhatikan, kapasitas tumpu nominal $\left(V_b\right)$ lembaran tersambung untuk setiap baut yang dibebani harus ditentukan sebagai berikut:

$$V_b = \alpha C d_f t f_u \qquad (5.3.4.2)$$

Keterangan:

ϕ = 0,60

α adalah faktor modifikasi untuk tipe sambungan tumpu dalam Tabel 5.3.4.2(A)

C adalah faktor tumpu yang diberikan dalam Tabel 5.3.4.2(B)

“Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan”

d_f adalah diameter baut nominal

t adalah tebal logam dasar

f_u adalah kekuatan tarik lembaran

Tabel 5.3.4.2(a) Faktor modifikasi (α) untuk tipe sambungan tumpu

Tipe tumpu	α
Geser tunggal dan lembaran-lembaran luar dari sambungan geser ganda dengan ring di bawah kepala baut dan mur	1,00
Geser tunggal dan lembaran-lembaran luar dari sambungan geser ganda tanpa ring di bawah kepala baut dan mur, atau hanya dengan satu ring	0,75
Lembaran tengah pada sambungan geser ganda dengan atau tanpa ring	1,33

Tabel 5.3.4.2(b) Faktor tumpu (C)

Tebal bagian tersambung, t mm	Rasio diameter pengencang dan tebal komponen struktur, d/t	C
0,42 ≤ t < 4,76	d_f/t < 10	3,0
	10 ≤ d_f/t ≤ 22	4– 0,1(d_f/t)
	d_f/t > 22	1,8

5.3.4.3 Kapasitas tumpu pada deformasi lubang baut sebesar 6 mm

Jika deformasi di sekeliling lubang baut diperhitungkan dalam desain, kapasitas tumpu nominal (V_b) harus ditentukan sebagai berikut:

$$V_b = (4{,}64\alpha t + 1{,}53)\phi dtf_u \qquad (5.3.4.3)$$

Keterangan:

ϕ = 0,65

5.3.5 Baut

5.3.5.1 Baut dalam geser

Gaya geser desain V_{fv}^* pada sebuah baut harus memenuhi—

$$V_{fv}^* \le \phi V_{fv} \qquad (5.3.5.1(1))$$

Keterangan:

ϕ adalah faktor reduksi kapasitas baut yang menerima geser (lihat Tabel 1.6)

V_{fv} adalah kapasitas geser nominal baut

= 0,62 $f_{uf}(n_n A_c + n_x A_o)$ (5.3.5.1(2))

f_{uf} adalah kekuatan tarik minimum satu baut

= 400 MPa (untuk AS 4291.1 (ISO 898-1), baut Mutu 4.6)

= 830 MPa (untuk AS 4291.1 (ISO 898-1), baut Mutu 8.8)

© BSN 2013

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

n_n adalah jumlah bidang geser dengan ulir pada bidang geser

A_c adalah luas diameter minor satu baut seperti ditentukan dalam AS 1275

n_x adalah jumlah bidang geser tanpa ulir pada bidang geser

A_o adalah luas penampang baut tanpa ulir

5.3.5.2 Baut dalam tarik

Gaya tarik desain N_{ft}^* pada sebuah baut harus memenuhi—

$$N_{ft}^* \le \phi N_{ft} \qquad (5.3.5.2(1))$$

Keterangan:

ϕ adalah faktor reduksi kapasitas baut yang menerima tarik (lihat Tabel 1.6)

N_{ft} adalah kapasitas tarik nominal baut

$= A_s f_{uf}$ (5.3.5.2(2))

A_s adalah luas tegangan tarik satu baut seperti ditentukan dalam AS 1275

Kapasitas sobek dari lembaran tersambung di daerah kepala baut, mur atau ring harus diperhitungkan jika baut mengalami tarik.

5.3.5.3 Baut dalam kombinasi geser dan tarik

Baut yang diperlukan untuk menahan gaya geser desain $\left(V_{fv}^*\right)$ bersama-sama dengan gaya tarik desain $\left(N_{ft}^*\right)$ harus memenuhi—

$$\left(\frac{V_{\text{fv}}^*}{\phi V_{\text{fv}}}\right)^2 + \left(\frac{N_{\text{ft}}^*}{\phi N_{\text{ft}}}\right)^2 \le 1{,}0 \qquad (5.3.5.3)$$

Dimana V_{fv}^*, ϕV_{fv}, N_{ft}^*, dan ϕN_{ft} harus ditentukan sesuai dengan Pasal 5.3.5.1 dan 5.3.5.2.

5.4 Sambungan Sekrup

5.4.1 Umum

Pasal ini berlaku untuk sambungan komponen struktural baja canai dingin yang menggunakan sekrup *self-tapping* dengan diameter nominal (d_f) yang memenuhi 3,0 mm ≤ d_f ≤ 7 mm. Sekrup harus dapat membentuk ulir, dengan atau tanpa titik *self-drilling*.

5.4.2 Sambungan sekrup dalam geser

5.4.2.1 Jarak minimum dan jarak tepi

Jarak antara pusat-pusat sekrup harus menyediakan tempat yang cukup untuk ring sekrup tetapi tidak boleh kurang dari tiga kali diameter sekrup nominal (d_f).

Jarak dari pusat sekrup ke tepi semua bagian tidak boleh kurang dari $3d_f$. Jika jarak ujung sejajar dengan gaya pada pengencang, kapasitas geser nominal $\left(V_{fv}\right)$ harus dibatasi dengan yang dihitung menggunakan Persamaan 5.4.2.4(2).

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

5.4.2.2 Tarik pada bagian tersambung

Gaya tarik desain $\left(N_t^*\right)$ pada penampang neto harus memenuhi Pasal 3.2 dan—

$$N_t^* \le \phi N_t \qquad (5.4.2.2(1))$$

Keterangan:

ϕ adalah faktor reduksi kapasitas sambungan sekrup dalam tarik (lihat Tabel 1.6)

N_t adalah kapasitas tarik nominal penampang neto bagian tersambung

= $(2{,}5\, d_f / S_f)\ A_n f_u \le A_n f_u$ untuk sekrup tunggal, atau satu baris sekrup tegak lurus gaya (5.4.2.2(2))

= $A_n f_u$ untuk sekrup majemuk segaris dengan gaya (5.4.2.2(3))

d_f adalah diameter sekrup nominal

S_f adalah jarak sekrup tegak lurus garis gaya; atau lebar lembaran pada kasus sekrup tunggal

A_n adalah luas neto bagian tersambung

5.4.2.3 Jungkit (*tilting*) dan tumpu lubang

Gaya tumpu desain $\left(V_b^*\right)$ pada satu sekrup harus memenuhi—

$$V_b^* \le \phi V_b \qquad (5.4.2.3(1))$$

Keterangan:

ϕ adalah faktor reduksi kapasitas sekrup yang menerima miring dan tumpu lubang (lihat Tabel 1.6)

V_b adalah kapasitas tumpu nominal bagian tersambung

Jika sekrup digunakan dalam sambungan geser tunggal dan jika kedua lembaran tersambung saling kontak pada titik pengencangan—

(a) untuk $t_2/t_1 \le 1{,}0$, V_b harus diambil nilai terkecil dari berikut:

(i) $V_b = 4{,}2\sqrt{\left(t_2^3 d_f\right)}\, f_{u2}$ (5.4.2.3(2))

(ii) $V_b = C t_1 d_f\, f_{u1}$ (5.4.2.3(3))

(iii) $V_b = C t_2 d_f\, f_{u2}$ (5.4.2.3(4))

Keterangan:

t_2 adalah tebal lembaran yang tidak kontak dengan kepala sekrup

t_1 adalah tebal lembaran yang kontak dengan kepala sekrup

d_f adalah diameter sekrup nominal

f_{u2} adalah kekuatan tarik lembaran yang tidak kontak dengan kepala sekrup

f_{u1} adalah kekuatan tarik lembaran yang kontak dengan kepala sekrup

C adalah faktor tumpu (lihat Tabel 5.4.2.3)

(b) untuk $t_2/t_1 \ge 2{,}5$, V_b harus diambil nilai terkecil dari berikut:

(i) $V_b = 2{,}7 t_1 d_f\, f_{u1}$ (5.4.2.3(5))

(ii) $V_b = 2{,}7 t_2 d_f\, f_{u2}$ (5.4.2.3(6))

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

(c) untuk 1,0 < t_2/t_1 < 2,5, V_b harus ditentukan secara interpolasi linier antara nilai terkecil dari Persamaan 5.4.2.3(2) hingga 5.4.2.3(4) dan nilai terkecil dari Persamaan 5.4.2.3(5) dan 5.4.2.3(6).

Untuk kasus dimana material tidak kontak pada titik pengencangan, kapasitas sekrup [kekuatan] harus ditentukan melalui pengujian sesuai dengan Bab 8.

Tabel 5.4.2.3 Faktor tumpu (C)

Rasio diameter pengencang dan ketebalan komponen struktur, d_f/t	C
d_f/t < 6	2,7
6 ≤ d_f/t ≤ 3	3,3 – 0,1(d_f/t)
d_f/t > 13	2,0

5.4.2.4 Geser sambungan yang dibatasi jarak ujung

Gaya geser desain $\left(V_{fv}^*\right)$ yang dibatasi jarak ujung harus memenuhi:

$$V_{fv}^* \le \phi V_{fv} \qquad (5.4.2.4(1))$$

Jika f_u/f_y ≥ 1,08, ϕ = 0,7

Jika f_u/f_y < 1,08, ϕ = 0,6

Jika jarak ke suatu tepi bagian tersambung sejajar dengan garis gaya yang bekerja, gaya geser nominal harus dihitung sebagai beriku:

$$V_{fv} \le tef_u \qquad (5.4.2.4(2))$$

Keterangan:

t adalah tebal bagian yang jarak ujungnya diukur

e adalah jarak yang diukur pada garis gaya dari pusat lubang standar ke ujung terdekat bagian tersambung

5.4.2.5 Sekrup dalam geser

Kapasitas geser nominal sekrup harus ditentukan melalui pengujian sesuai dengan Bab 8 dan tidak boleh kurang dari 1,25V_b , dimana V_b harus dihitung sesuai dengan Pasal 5.4.2.3.

5.4.3 Sambungan sekrup dalam tarik

5.4.3.1 Jarak tepi minimum

Jarak dari pusat sekrup dalam tarik ke setiap tepi bagian tersambung tidak boleh kurang dari 3d_f .

5.4.3.2 Cabut (*pull-out*) dan tembus (*pull-through*)

Pasal ini hanya berlaku untuk sambungan sekrup dalam tarik jika kedua lembaran saling kontak pada titik pengencangan. Untuk kasus lain, seperti sambungan di puncak lembaran, kapasitas tarik desain harus ditentukan melalui uji prototipe sesuai dengan Bab 8.

Gaya tarik desain N_t^* pada sekrup harus memenuhi—

$$N_t^* \le \phi N_t \qquad (5.4.3.2(1))$$

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Keterangan:

ϕ = 0,5

N_t adalah kapasitas nominal sambungan dalam tarik

Kapasitas nominal (N_t) diambil nilai terkecil berikut:

(a) Kapasitas cabut nominal (N_{ou}) dihitung sebagai berikut:

$N_{ou} = 0{,}85 t_2 d_f f_{u2}$ untuk $t_2 > 0{,}9$ mm (5.4.3.2(2))

(b) Kapasitas sobek nominal (N_{ov}) dihitung sebagai berikut:

$N_{ov} = 1{,}5 t_1 d_w f_{u1}$ untuk $0{,}5 < t_1 < 1{,}5$ mm (5.4.3.2(3))

dimana d_w adalah diameter kepala baut dan diameter ring yang lebih besar, tetapi tidak lebih besar dari 12,5 mm

Untuk sekrup yang menerima gaya tarik, kepala sekrup atau ring harus memiliki diameter (d_w) tidak kurang dari 8 mm. Ring harus memiliki ketebalan minimum 1,27 mm.

5.4.3.3 Sekrup dalam tarik

Kapasitas tarik nominal sekrup harus ditentukan melalui pengujian sesuai dengan Bab 6 dan tidak boleh kurang dari $1{,}25 N_t$, dimana N_t harus dihitung sesuai dengan Pasal 5.4.3.1.

Untuk sekrup yang tidak ditinjau dalam AS 3566, kapasitas tarik sekrup harus ditentukan melalui pengujian.

5.5 Sambungan paku keling

5.5.1 Umum

Pasal ini berlaku untuk sambungan komponen struktural baja canai dingin yang menggunakan paku keling dengan diameter (d_f) yang memenuhi 3,0 mm ≤ d_f ≤ 7,0 mm.

5.5.2 Sambungan paku keling dalam geser

5.5.2.1 Spasi minimum dan jarak tepi

Jarak antara pusat lubang paku keling tidak boleh kurang dari 3 kali diameter paku keling nominal (d_f).

Jarak dari pusat paku keling ke tepi setiap bagian tidak boleh kurang dari $3 d_f$. Jika jarak ujung sejajar dengan gaya pada pengencang, kapasitas geser nominal (V_{fv}) harus dibatasi dengan hasil perhitungan menggunakan Persamaan 5.5.2.4(2).

5.5.2.2 Tarik pada bagian tersambung

Gaya tarik desain $\left(N_t^*\right)$ pada penampang neto dari bagian tersambung harus memenuhi Pasal 3.2 dan

$N_t^* \le \phi N_t$ (5.5.2.2(1))

“Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan”

Keterangan:

ϕ adalah faktor reduksi kapasitas sambungan paku keling yang menerima tarik pada penampang netonya (lihat Tabel 1.6)

N_t adalah kapasitas tarik nominal penampang neto bagian tersambung

= $(2{,}5\, d_f / s_f)\ A_n f_u \le A_n f_u$ untuk paku keling tunggal, atau satu baris paku keling yang tegak lurus gaya (5.5.2.2(2))

= $A_n f_u$ untuk paku keling majemuk yang segaris gaya (5.5.2.2(3))

d_f adalah diameter paku keling nominal

s_f adalah jarak paku keling tegak lurus garis gaya; atau lebar lembaran, pada kasus paku keling tunggal

A_n adalah luas neto bagian tersambung

5.5.2.3 Jungkit (*tilting*) dan tumpu lubang

Gaya tumpu desain $\left(V_b^*\right)$ pada paku keling harus memenuhi:

$$V_b^* \le \phi V_b \qquad (5.5.2.3(1))$$

Keterangan:

ϕ adalah faktor reduksi kapasitas paku keling yang mengalami jungkit (*tilting*) dan tumpu lubang (lihat Tabel 1.6)

V_b adalah kapasitas tumpu nominal bagian tersambung

Jika paku keling digunakan dalam sambungan geser tunggal dan jika kedua lembaran tersambung saling kontak pada titik pengencangan—

(a) Untuk $t_2/t_1 \le 1{,}0$, V_b harus diambil nilai terkecil dari berikut:

(i) $V_b = 3{,}6\sqrt{\left(t_2^3 d_f\right)} f_{u2}$ (5.5.2.3(2))

(ii) $V_b = 2{,}1 t_1 d_f f_{u1}$ (5.5.2.3(3))

(iii) $V_b = 2{,}1 t_2 d_f f_{u2}$ (5.5.2.3(4))

Keterangan:

t_1 adalah tebal lembaran yang kontak dengan kepala paku keling

t_2 adalah tebal lembaran yang tidak kontak dengan kepala paku keling

d_f adalah diameter paku keling nominal

f_{u1} adalah kekuatan tarik lembaran yang kontak dengan kepala paku keling

$f2$ adalah kekuatan tarik lembaran yang tidak kontak dengan kepala paku keling

(b) Untuk $t_2/t_1 \ge 2{,}5$, V_b harus diambil nilai terkecil dari berikut:

(i) $V_b = 2{,}1 t_1 d_f f_{u1}$ (5.5.2.3(5))

(ii) $V_b = 2{,}1 t_2 d_f f_{u2}$ (5.5.2.3(6))

(c) Untuk $1{,}0 < t_2/t_1 < 2{,}5$, V_b harus ditentukan secara interpolasi linier antara nilai terkecil yang diperoleh dari Persamaan 5.5.2.3(2) hingga 5.5.2.3(4) dan nilai terkecil dari Persamaan 5.5.2.3(5) dan 5.4.2.3(6).

Untuk kasus dimana material tidak kontak pada titik pengencangan, kapasitas paku keling harus ditentukan melalui pengujian sesuai dengan Bab 8.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

5.5.2.4 Geser sambungan yang dibatasi sobek

Gaya geser desain $\left(V_{fv}^{*}\right)$ yang dibatasi jarak ujung harus memenuhi:

$$V_{fv}^{*} \le \phi V_{fv} \qquad (5.5.2.4(1))$$

Jika jarak ke suatu ujung bagian tersambung sejajar dengan garis kerja gaya, gaya geser nominal harus dihitung sebagai beriku:

$$V_{fv} \le tef_u \qquad (5.5.2.4(2))$$

Keterangan:

ϕ adalah faktor reduksi kapasitas sambungan paku keling dalam tarik (lihat Tabel 1.6)

t adalah tebal bagian yang jarak ujungnya diukur

e adalah jarak yang diukur pada garis gaya dari pusat lubang standar ke ujung terdekat dari bagian tersambung

5.5.2.5 Paku keling dalam geser

Kapasitas geser nominal paku keling harus ditentukan melalui pengujian dan tidak boleh kurang dari 1,25V_b , dimana V_b harus dihitung sesuai dengan Pasal 5.5.2.3.

CATATAN Kapasitas tarik desain sambungan paku keling dapat diperoleh dari uji prototipee sesuai dengan Bab 8.

5.6 Runtuh

5.6.1 Keruntuhan geser

Pada sambungan ujung balok, dimana satu atau lebih sayapnya dipotong dan kegagalan dapat terjadi pada bidang yang melalui pengencang, gaya geser desain $\left(V_{\mathrm{n}}^{*}\right)$ harus memenuhi:

$$V_{\mathrm{n}}^{*} \le \phi V_{\mathrm{n}} \qquad (5.6.1(1))$$

Keterangan:

ϕ adalah faktor reduksi kapasitas sambungan ujung balok yang mengalami keruntuhan geser (lihat Tabel 1.6)

V_n adalah kapasitas geser nominal sambungan ujung balok

= 0,6 $f_u A_{wn}$ (5.6.1(2))

A_{wn} adalah luas neto pelat badan

= $\left(d_{wc} - n_h d_h\right)t$ (5.6.1(3))

d_{wc} adalah tinggi pelat badan tanpa lengkungan

n_h adalah jumlah lubang pada bidang kritis

d_h adalah diameter lubang

t adalah tebal pelat badan tanpa lengkungan

5.6.2 Keruntuhan tarik

Kekuatan runtuh tarik nominal di sepanjang jalur elemen yang terpengaruh dari komponen struktur tersambung harus ditentukan dengan Persamaan 3.2.1(2) dengan k_t sama dengan 1,0.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

5.6.3 Keruntuhan geser blok

Pada ujung balok atau sambungan tarik yang mungkin mengalami bidang keruntuhan geser dan tarik, pengaruh aksi desain (S^*) harus memenuhi:

$$S^* \le \phi R_n \qquad (5.6.3(1))$$

Keterangan:

ϕ adalah faktor reduksi kapasitas untuk keruntuhan geser blok ujung balok atau sambungan komponen struktur tarik
= 0,65 untuk sambungan baut

R_n adalah kapasitas nominal keruntuhan geser blok ujung balok atau sambungan komponen struktur tarik

Kapasitas nominal untuk keruntuhan geser blok pada ujung balok atau sambungan komponen struktur tarik (R_n) harus ditentukan sebagai berikut:

(a) Untuk $f_u A_{nt} \ge 0,6 f_u A_{nv} : R_n = 0,6 f_y A_{gv} + f_u A_{nt}$ (5.6.3(2))

(b) Untuk $0,6 f_u A_{nv} \ge f_u A_{nt} : R_n = 0,6 f_u A_{nv} + f_y A_{gt}$ (5.6.3(3))

Keterangan:

A_{nt} adalah luas neto yang menerima tarik pada keruntuhan geser blok

A_{nv} adalah luas neto yang menerima geser pada keruntuhan geser blok

A_{gv} adalah luas bruto yang menerima geser pada keruntuhan geser blok

A_{gt} adalah luas bruto yang menerima tarik pada keruntuhan geser blok

5.7 Sambungan lain yang menggunakan berbagai tipe pengencang

Kapasitas desain untuk sambungan tertentu yang menggunakan berbagai tipe pengencang dapat ditentukan melalui uji prototipe sesuai dengan Bab 8.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

6 Fatik

6.1 Umum

6.1.1 Persyaratan

Bab ini berlaku untuk desain komponen struktur baja canai dingin dan sambungan yang menerima beban siklik dalam rentang tegangan elastis dengan frekuensi dan besaran yang cukup untuk menimbulkan retak dan kegagalan progresif (fatik).

Ketentuan-ketentuan pada Bab ini berlaku untuk tegangan yang dihitung berdasarkan beban-beban tak terfaktor. Tegangan tarik izin maksimum akibat beban tak terfaktor adalah 0,6 f_y .

Rentang tegangan didefinisikan sebagai besarnya perubahan tegangan akibat bekerja atau tidaknya beban hidup tak terfaktor. Pada kasus tegangan bolak-balik, rentang tegangan harus dihitung sebagai jumlah nilai mutlak tegangan tarik dan tekan berulang maksimum atau jumlah nilai mutlak tegangan geser maksimum pada titik dimana retak pertama bisa terjadi.

Beban gempa atau angin penuh tidak terlalu sering terjadi untuk diperhitungkan dalam desain fatik gedung. Desain fatik untuk klading (*cladding*), alat pemegang (*fixings*) dan tumpuannya harus sesuai dengan AS/NZS 1562.1. Osilasi akibat angin dapat menimbulkan retak fatik pada struktur-struktur seperti tiang, penyangga rambu lalu lintas, cerobong, sehingga perlu diperhitungkan.

Evaluasi ketahanan terhadap fatik pada Bab ini tidak perlu dilakukan jika jumlah siklus beban hidup kurang dari 20 000 kali.

Ketahanan terhadap beban siklik sesuai dengan ketentuan pada Bab ini berlaku untuk:

(a) Struktur-struktur dengan proteksi korosi yang sesuai atau yang hanya berada pada lingkungan atmosfir yang tidak agresif; dan
(b) Struktur yang terpapar suhu tidak lebih dari 150° C.

Dokumen kontrak harus menyediakan:

(i) Detail lengkap termasuk tebal las
(ii) Menyebutkan jumlah siklus desain selama umur struktur, dan rentang maksimum dari momen, geser dan reaksi untuk sambungan.

6.1.2 Definisi

Untuk Bab ini, definisi-definisi berikut berlaku.

6.1.2.1 Batasan fatik rentang tegangan konstan

Rentang tegangan konstan tertinggi untuk setiap kategori detail dimana retak fatik tidak menyebar lebih lanjut.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

6.1.2.2 Batas pemotongan

Untuk setiap kategori detail, merupakan rentang tegangan variabel tertinggi yang tidak memerlukan peninjauan ketika memperhitungan kerusakan kumulatif (lihat Gambar 6.3).

6.1.2.3 Umur desain

Periode dimana sebuah struktur atau komponen struktur diharapkan mampu mempertahankan fungsinya tanpa perbaikan.

6.1.2.4 Spektrum desain

Jumlah spektrum tegangan dari semua kejadian pembebanan nominal yang dapat terjadi selama umur desain.

6.1.2.5 Kategori detail

Tanda yang diberikan pada sebuah detail tertentu untuk mengindikasikan kurva S-N mana yang harus digunakan dalam memperkirakan fatik.

CATATAN

1. Kategori detail memperhitungkan konsentrasi tegangan lokal pada detail, ukuran dan bentuk dari diskontinuitas maksimum yang diizinkan, kondisi pembebanan, efek metalurgi, tegangan residu, proses pengelasan dan semua peningkatan setelah pengelasan.
2. Angka kategori detail didefinisikan sebagai kekuatan fatik pada 2 x 10^6 siklus pada kurva S-N (lihat Gambar 6.3).

6.1.2.6 Diskontinuitas

Kondisi material yang tidak menerus yang menyebabkan konsentrasi tegangan.

CATATAN Diskontinuitas tipikal meliputi retakan, goresan, lubang karena korosi, kurangnya penetrasi, kotoran, lewatan yang dibuat pada kondisi dingin, porositas, dan *undercut*.

6.1.2.7 Fatik

Kerusakan yang disebabkan fluktuasi tegangan yang berulang yang menimbulkan pertambahan retak pada elemen struktural.

6.1.2.8 Pembebanan fatik

Serangkaian kejadian pembebanan nominal yang dideskripsikan sebagai distribusi pembebanan, besar pembebanan, dan jumlah terjadinya setiap pembebanan nominal tersebut.

6.1.2.9 Kekuatan fatik

Rentang tegangan yang digunakan dalam Pasal 6.3 untuk setiap kategori detail yang bervariasi terhadap jumlah siklus tegangan (lihat Gambar 6.3).

6.1.2.10 Penjumlahan Miner

Perhitungan kerusakan kumulatif berdasarkan penjumlahan Palmgren-Miner atau sejenisnya.

6.1.2.11 Kejadian pembebanan nominal

Urutan pembebanan pada struktur atau elemen struktur.

CATATAN Sebuah kejadian pembebanan nominal dapat menghasilkan satu siklus tegangan atau lebih tergantung pada tipe beban dan titik pada struktur yang ditinjau.

6.1.2.12 Kurva *S-N*

Suatu kurva yang menunjukkan batas hubungan antara jumlah siklus tegangan dan rentang tegangan untuk suatu kategori detail.

6.1.2.13 Siklus tegangan

Satu siklus tegangan berdasarkan penghitungan siklus tegangan.

6.1.2.14 Metode penghitungan siklus tegangan

Semua metode rasional yang digunakan untuk mengidentifikasi siklus tegangan individual dari riwpasal tegangan.

6.1.2.15 Rentang tegangan

Selisih aljabar antara dua tegangan ekstrem.

6.1.2.16 Spektrum tegangan

Suatu histogram siklus tegangan yang dihasilkan oleh suatu kejadian pembebanan nominal.

6.1.3 Notasi

Untuk Bab ini, berlaku notasi-notasi berikut :

f_c adalah kekuatan fatik terkoreksi untuk ketebalan material

f_f adalah kekuatan fatik tak terkoreksi

f_{rn} adalah kekuatan fatik acuan kategori detail untuk tegangan normal n_r

f_{rnc} adalah kekuatan fatik acuan kategori detail terkoreksi untuk tegangan normal

f_{rs} adalah kekuatan fatik acuan kategori detail untuk tegangan geser n_r

f_{rsc} adalah kekuatan fatik acuan kategori detail terkoreksi untuk tegangan geser

f_y adalah tegangan leleh

f_3 adalah kekuatan fatik kategori detail untuk batas fatik amplitudo konstan (5×10^6 siklus)

f_{3c} adalah kekuatan fatik kategori detail terkoreksi untuk batas fatik amplitudo konstan

f_5 adalah kekuatan fatik kategori detail untuk batasan yang terpotong (10^8 siklus)

f_{5c} adalah kekuatan fatik kategori detail terkoreksi untuk batasan yang terpotong

f^* adalah rentang tegangan desain

f_i^* adalah rentang tegangan desain untuk pembebanan yang ke-i

l adalah panjang komponen struktur

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

n_i adalah jumlah siklus dari pembebanan nominal ke-i yang menghasilkan f_i^*
n_r adalah angka acuan siklus tegangan (2 x 10^6 siklus)
n_{sc} adalah jumlah siklus tegangan
t_p adalah tebal plat
α_s adalah invers kemiringan kurva S-N
β_{tf} adalah faktor koreksi ketebalan
ϕ adalah faktor kapasitas

6.1.4 Metode

Untuk kondisi desain acuan, faktor kapasitas (ϕ) harus diambil sebesar 1,0. Kondisi desain acuan memenuhi hal-hal berikut :
(a) Detail terletak pada jalur beban redundan, dalam suatu posisi dimana kegagalan pada titik tersebut tidak berakibat kegagalan struktur secara total.
(b) Riwpasal tegangan diperkirakan dengan metode konvensional.
(c) Siklus beban tidak sangat tidak teratur.
(d) Detail dapat diakses dan diperiksa secara teratur.

Faktor kapasitas (ϕ) harus direduksi jika kondisi-kondisi di atas ada yang tidak dipenuhi. Untuk jalur beban non-redundan, faktor kapasitas (ϕ) harus kurang atau sama dengan 0,70.

6.1.5 Efek ketebalan

Faktor koreksi tebal $\left(\beta_{tf}\right)$ harus diambil sebesar 1,0 kecuali untuk sambungan las sudut transversal atau las tumpul pada pelat dengan tebal $\left(t_p\right)$ lebih dari 25 mm, dimana β_{tf} harus dihitung sebagai berikut :

$$\beta_{\mathrm{tf}} = \left(\frac{25}{t_{\mathrm{p}}}\right)^{0,25} \qquad (6.1.5(1))$$

Kekuatan fatik tak terkoreksi (f_f) harus direduksi menjadi kekuatan fatik terkoreksi (f_c) menggunakan:

$$f_{\mathrm{c}} = \beta_{\mathrm{tf}}\, f_{\mathrm{f}} \qquad (6.1.5(2))$$

Kekuatan fatik kategori detail tak terkoreksi untuk tegangan normal (f_m) harus direduksi menjadi kekuatan fatik acuan kategori detail terkoreksi untuk tegangan normal (f_{mc}) menggunakan:

$$f_{\mathrm{rnc}} = \beta_{\mathrm{tf}}\, f_{\mathrm{rn}} \qquad (6.1.5(3))$$

Kekuatan fatik kategori detail tak terkoreksi untuk tegangan geser (f_{rs}) harus direduksi menjadi kekuatan fatik acuan kategori detail terkoreksi untuk tegangan geser (f_{rsc}) menggunakan:

$$f_{\mathrm{rsc}} = \beta_{\mathrm{tf}}\, f_{\mathrm{rs}} \qquad (6.1.5(4))$$

Kekuatan fatik kategori detail tak terkoreksi untuk batas fatik amplitudo konstan (f_3) harus direduksi menjadi kekuatan fatik acuan kategori detail terkoreksi untuk batas fatik amplitudo konstan (f_{3c}) menggunakan:

$$f_{3\mathrm{c}} = \beta_{\mathrm{tf}}\, f_3 \qquad (6.1.5(5))$$

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Kekuatan fatik kategori detail tak terkoreksi untuk batas pemotongan (f_5) harus direduksi menjadi kekuatan fatik acuan kategori detail terkoreksi untuk batas pemotongan (f_{5c}) menggunakan:

$$f_{5c} = \beta_{tf} f_5 \qquad (6.1.5(6))$$

6.2 Perhitungan tegangan maksimum dan rentang tegangan

Tegangan-tegangan harus dihitung berdasarkan analisis elastis. Tegangan tidak boleh diperbesar dengan faktor konsentrasi tegangan untuk diskontinuitas geometri.

Untuk baut dan batang ulir yang menerima aksial tarik, tegangan-tegangan harus dihtung dengan mengikutsertakan efek aksi ungkit (*prying*), jika memungkinkan.
Pada kasus kombinasi tegangan axial dan lentur, tegangan maksimum untuk masing-masing besaran, harus merupakan tegangan yang ditentukan berdasarkan pengaturan beban-beban yang dapat terjadi bersamaan.

Untuk komponen-komponen struktur yang mempunyai penampang simetris, alat penyambung dan las harus diatur secara simetris terhadap sumbu komponen struktur, atau tegangan total termasuk yang disebabkan oleh eksentrisitas harus diikutsertakan dalam perhitungan rentang tegangan.

Untuk komponen struktur siku yang menerima tegangan aksial, dimana titik berat las penyambung berada di antara garis yang melewati titik berat siku dan garis sejajar sayap siku yang disambung, efek dari eksentrisitas dapat diabaikan. Jika titik berat las penyambung berada di luar area ini, tegangan total, termasuk yang disebabkan eksentrisitas sambungan, harus diikutsertakan dalam perhitungan rentang tegangan.

6.3 Kategori detail untuk detail terklasifikasi

Untuk penampang baja canai dingin, kategori detail yang digunakan untuk macam-macam detail konstruksi dapat dilihat pada Tabel 6.3(A).

Dalam metode klasifikasi, kategori detail adalah suatu tanda untuk suatu detail tertentu untuk menentukan kurva *S-N* pada Gambar 6.3 yang harus digunakan dalam memperkirakan fatik. Kategori detail adalah rentang tegangan nominal saat 2 x 10^6 siklus pada kurva kekuatan fatik dari suatu detail konstruksi yang ditinjau.

Kurva-kurva kekuatan fatik untuk bermacam-macam kategori detail ditentukan menurut:

(a) $\log(n_{sc}) = \log(a) - 3\log(f_f)$, untuk $n_{sc} \le 5\times10^6$

(b) $\log(n_{sc}) = \log(a) - 5\log(f_f)$, untuk $5\times10^6 < n_{sc} \le 10^8$

Keterangan:

n_{sc} adalah jumlah siklus tegangan

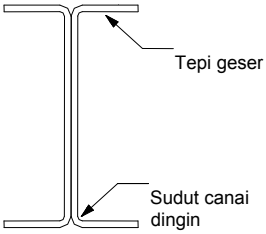
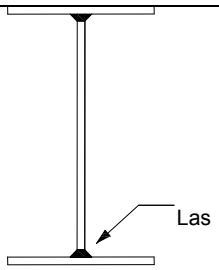
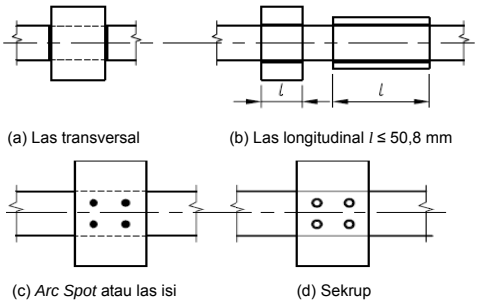
$\log(a)$ adalah konstanta yang tergantung pada bagian kemiringan yang terkait (lihat Tabel 6.3(B))

f_f adalah kekuatan fatik tak terkoreksi

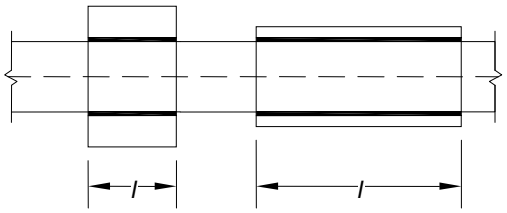
"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Nilai-nilai konstanta $\log(a)$ untuk bagian-bagian berbeda dari kurva kekuatan fatik S-N, dan konstanta batas fatik rentang tegangan dan batas pemotongan untuk setiap kategori detail dapat dilihat pada Tabel 6.3(B).
Las pada detail yang dilas yang diberikan pada Tabel 6.3(A) untuk Kategori Detail 118 dan berikut, harus sesuai dengan Kategori SP pada AS/NZS 1554.1.

Tabel 6.3(A) - Klasifikasi kategori detail untuk komponen struktur dan sambungan baja canai dingin

Kategori tegangan	Kategori detail	Detail konstruksi	
		Gambar	Deskripsi
I	174	 Kanal baja canai dingin Kategori Detail I	Produk tanpa las: Material dasar dari pasokan dan komponen dengan permukaan sudah dirol, termasuk ujung-ujung yang dipotong dan pojok-pojok canai dingin
II	118	 Balok I las Kategori Detail II	Komponen struktur disambung dengan las longitudinal menerus: Material dasar dari pasokan dan logam las pada komponen struktur yang disambung dengan las longitudinal yang dibebani geser
III	81	 Kategori Detail III	Tambahan yang dilas dan sambungan baut atau sekrup: (a) dan (b) Tambahan yang dilas ke pelat atau balok, las sudut transversal dan las sudut menerus yang dibebani geser kurang atau sama dengan 50 mm (c) Sambungan baut dan sekrup dan las spot

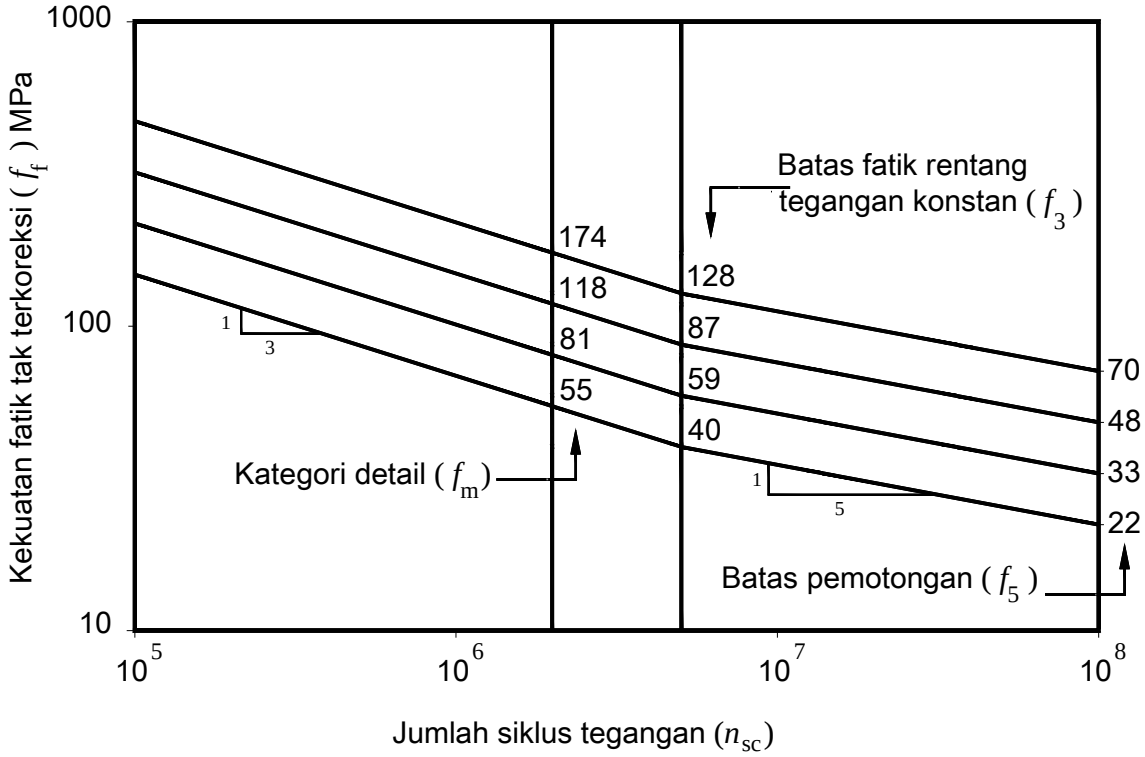
"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

IV	55	 (a) Las longitudinal 50,8 mm < *l* ≤ 101,6 Kategori Detail IV	Tambahan yang dilas sudut longitudinal: Tambahan yang dilas sudut longitudinal lebih dari 50 mm sejajar dengan arah tegangan yang bekerja, dan las terputus-putus sejajar dengan arah gaya yang bekerja

Keterangan:
Kategori tegangan I : produk tanpa las
Kategori tegangan II : komponen struktur yang disambung dengan las longitudinal menerus
Kategori tegangan III : tambahan yang dilas dan sambungan baut atau sekrup
Kategori tegangan IV : tambahan yang dilas sudut longitudinal

Tabel 6.3(B) - Nilai untuk menentukan kurva kekuatan fatik untuk berbagai kategori detail

Kategori detail	Log(a) untuk $n_{sc} \le 5\times10^6$ ($\alpha_s = 3$)	Log(a) untuk $5\times10^6 \le n_{sc} \le 10^8$ ($\alpha_s = 5$)	Batas fatik rentang tegangan konstan, f_3 MPa	Batas pemotongan, f_5 MPa
174	13,0197	17,2335	128	70
118	12,5146	16,3916	87	48
81	12,0197	15,5668	59	33
55	11,5146	14,7249	40	22



"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Gambar 6.3 - Kurva kekuatan fatik untuk berbagai kategori detail

6.4 Perkiraan fatik

6.4.1 Rentang tegangan konstan

Rentang tegangan desain $\left(f^* \right)$, pada setiap titik pada struktur yang hanya mengalami siklus rentang tegangan konstan, harus memenuhi :

$$\frac{f^*}{\phi f_c} \le 1,0 \qquad (6.4.1(1))$$

6.4.2 Rentang tegangan variabel

Rentang tegangan desain $\left(f^* \right)$, pada setiap titik pada struktur dimana rentang tegangan bervariasi, harus memenuhi berikut:

(a) Tegangan-tegangan normal

$$\frac{\sum_i n_i \left(f_i^* \right)^3}{5\times10^6 \left(\phi f_{3c} \right)^3} + \frac{\sum_j n_j \left(f_j^* \right)^5}{5\times10^6 \left(\phi f_{3c} \right)^5} \le 1,0 \qquad (6.4.2(1))$$

(b) Tegangan-tegangan geser

$$\frac{\sum_k n_k \left(f_k^* \right)^5}{2\times10^6 \left(\phi f_{rsc} \right)^5} \le 1,0 \qquad (6.4.2(2))$$

Keterangan:

(i) penjumlahan $\sum_i$ adalah untuk i rentang tegangan desain $\left(f_i^* \right)$ dimana $\phi f_{3c} < f_i^*$;

(ii) penjumlahan $\sum_j$ adalah untuk j rentang tegangan desain $\left(f_j^* \right)$ dimana $\phi f_{sc} \le f_j^* < \phi f_{3c}$; dan

(iii) penjumlahan $\sum_k$ adalah untuk k rentang tegangan desain $\left(f_k^* \right)$ dimana $\phi f_{5c} \le f_k^*$.

7 Metode Kekuatan Langsung

7.1 Umum

Bab ini berlaku untuk menentukan kapasitas tekan aksial nominal (N) dan lentur (M) dari komponen struktur baja canai dingin.

Pasal 7.2.1 dan 7.2.2 menyediakan metode yang berlaku untuk semua komponen struktur baja canai dingin yang menerima tekan maupun lentur. Komponen-komponen struktur yang memenuhi batasan geometri dan material sesuai dengan Pasal 7.1.1 untuk komponen struktur tekan dan Pasal 7.1.2 untuk komponen struktur lentur telah teruji untuk digunakan, dan faktor ϕ terkalibrasi sesuai dengan Pasal 7.2.1 dan 7.2.2 dapat digunakan. Komponen struktur tekan dan lentur lain yang tidak memenuhi batasan tersebut harus menggunakan

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

ketentuan sesuai dengan Pasal 7.2.1 dan 7.2.2 tetapi dengan faktor ϕ harus ditentukan menggunakan analisis yang rasional sesuai dengan Pasal 1.6.3(c).

Metode kekuatan langsung tidak menyediakan ketentuan yang eksplisit untuk komponen-komponen struktur dalam geser, kombinasi lentur dan geser, mengalami lipat pada plat badan, kombinasi lentur dan mengalami lipat pada plat badan, atau kombinasi aksial dan lentur (komponen struktur balok-kolom). Tidak ada ketentuan khusus untuk struktur tersusun, atau sambungan dan joint. Ketentuan pada Bab 2, 3, dan 4, jika berlaku, harus dipenuhi untuk semua kasus.

Untuk komponen-komponen struktur atau kasus dimana ketentuan pada Bab 2, 3, dan 4 tidak berlaku, maka dapat digunakan Metode kekuatan langsung. Seperti halnya prosedur analisis rasional lainnya, Metode kekuatan langsung harus sesuai dengan ketentuan-ketentuan pada Pasal 1.6.3(c). Ketentuan-ketentuan dalam Bab 2, 3, dan 4 harus dipenuhi, dan faktor ϕ tereduksi harus digunakan untuk desain kapasitas jika dilakukan analisis yang rasional.

7.1.1 Komponen struktur tekan yang telah teruji

Komponen struktur tak berlubang yang mengalami tekan dan memenuhi batasan geometri dalam Tabel 7.1.1 telah teruji dan diizinkan untuk didesain menggunakan faktor ϕ pada Pasal 7.2.1.1.

7.1.2 Komponen struktur lentur yang telah teruji

Komponen struktur tak berlubang yang mengalami lentur dan memenuhi batasan geometri dalam Tabel 7.1.2 telah teruji dan diizinkan untuk didesain menggunakan faktor ϕ pada Pasal 7.2.2.1.

7.1.3 Tekuk elastis

Diperlukan analisis untuk menentukan beban atau momen kritis tekuk elastis, atau keduanya, yang digunakan pada Bab ini. Untuk komponen struktur tekan, analisis ini mencakup beban tekuk lokal dan beban tekuk distorsi dan beban tekuk keseluruhan pada Pasal 7.2.1. Untuk komponen struktur yang menerima lentur, analisis ini meliputi beban tekuk lokal dan beban tekuk distorsi dan beban tekuk keseluruhan pada Pasal 7.2.2. Untuk suatu komponen struktur tekan atau komponen struktur yang menerima lentur, mungkin ketiga ragam tekuk tersebut terjadi. Pada kasus ini, ragam tekuk yang tidak terjadi dapat diabaikan dalam perhitungan pada Pasal 7.2.1 dan 7.2.2.

7.1.4 Perhitungan defleksi

Defleksi lentur pada setiap nilai momen (M) akibat beban nominal, dapat ditentukan dengan mereduksi momen inersia penampang bruto (I_g) menjadi momen inersia efektif (I_{eff}) untuk defleksi, menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$I_{eff} = I_g \left(\frac{M_n}{M} \right) \leq I_g \qquad (7.1.4)$$

Keterangan:

M_n adalah kapasitas lentur nominal sesuai dengan Pasal 7.2.2, tetapi M_y diganti dengan M pada semua persamaan Pasal 7.2.2

M adalah momen akibat beban nominal pada komponen struktur

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

$\leq M_y$

7.2 Komponen struktur

7.2.1 Desain komponen struktur tekan

7.2.1.1 Umum

Kapasitas tekan nominal sebuah komponen struktur (N_c) harus diambil nilai terkecil dari kapasitas tekan nominal komponen struktur (N_{ce}) untuk lentur, torsi atau lentur-torsi, kapasitas tekan nominal komponen struktur (N_{c1}) untuk tekuk lokal dan kapasitas tekan nominal komponen struktur (N_{cd}) untuk tekuk distorsi seperti ditentukan pada Pasal 7.2.1.2, 7.2.1.3, dan 7.2.1.4. Untuk komponen struktur tekan yang memenuhi persyaratkan geometri seperti pada Tabel 7.1.1, faktor ϕ_c harus diambil sebesar 0,85, sedangkan untuk komponen struktur tekan lainnya, faktor ϕ_c ditentukan sesuai dengan Pasal 1.6.3(c)(i).

7.2.1.2 Tekuk lentur, tekuk torsi atau tekuk lentur-torsi

Kapasitas tekan nominal komponen struktur (N_{ce}) untuk tekuk lentur, tekuk torsi atau tekuk lentur-torsi, ditentukan sebagai berikut :

Untuk $\lambda_c \leq 1{,}5$: $N_{ce} = \left(0{,}658^{\lambda_c^2}\right) N_y$ (7.2.1.2(1))

Untuk $\lambda_c > 1{,}5$: $N_{ce} = \left(\frac{0{,}877}{\lambda_c^2}\right) N_y$ (7.2.1.2(2))

Keterangan:

λ_c adalah faktor kelangsingan non-dimensi untuk menentukan N_{ce}

$= \sqrt{N_y / N_{oc}}$ (7.2.1.2(3))

N_{oc} adalah nilai terkecil dari beban tekuk elastis komponen struktur tekan dalam tekuk lentur, tekuk torsi dan tekuk lentur-torsi

$= Af_{oc}$ (7.2.1.2(4))

N_y adalah kapasitas leleh nominal dari komponen struktur tekan

$= Af_y$ (7.2.1.2(5))

7.2.1.3 Tekuk lokal

Kapasitas tekan nominal komponen struktur (N_{c1}) untuk tekuk lokal, ditentukan sebagai berikut :

Untuk $\lambda_1 \leq 0{,}776$: $N_{cl} = N_{ce}$ (7.2.1.3(1))

Untuk $\lambda_1 > 0{,}776$: $N_{cl} = \left[1 - 0{,}15\left(\frac{N_{ol}}{N_{ce}}\right)^{0{,}4}\right]\left(\frac{N_{ol}}{N_{ce}}\right)^{0{,}4} N_{ce}$ (7.2.1.3(2))

Keterangan:

λ_1 adalah kelangsingan non-dimensi untuk menentukan N_{c1}

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

$= \sqrt{N_{ce}/N_{ol}}$ (7.2.1.3(3))

N_{o1} adalah beban tekuk lokal elastis

$= Af_{ol}$ (7.2.1.3(4))

7.2.1.4 Tekuk distorsi

Kapasitas tekan nominal komponen struktur (N_{cd}), untuk tekuk distorsi ditentukan sebagai berikut:

Untuk $\lambda_d \leq 0{,}561: N_{cd} = N_y$ (7.2.1.4(1))

Untuk $\lambda_d > 0{,}561: N_{cd} = \left[1 - 0{,}25\left(\frac{N_{od}}{N_y}\right)^{0{,}6}\right]\left(\frac{N_{od}}{N_y}\right)^{0{,}6} N_y$ (7.2.1.4(2))

Keterangan:

λ_d adalah kelangsingan non-dimensi untuk menentukan N_{cd}

$= \sqrt{N_y/N_{od}}$ (7.2.1.4(3))

N_{od} adalah beban tekuk distorsi elastis komponen struktur struktur tekan

$= Af_{od}$ (7.2.1.4(4))

7.2.2 Desain komponen struktur lentur

7.2.2.1 Umum

Kapasitas momen nominal komponen struktur (M_b), merupakan nilai terkecil dari kapasitas momen komponen struktur nominal untuk tekuk torsi lateral (M_{be}), tekuk lokal (M_{b1}), dan tekuk distorsi (M_{bd}) sesuai dengan Pasal 7.2.2.2, 7.2.2.3, dan 7.2.2.4. Untuk komponen-komponen struktur lentur yang memenuhi persyaratan geometri pada Pasal 7.1.2, faktor ϕ_b harus diambil sebesar 0,90. Untuk komponen struktur lentur yang lain, faktor ϕ_b ditentukan sesuai dengan Pasal 1.6.3(c)(i).

7.2.2.2 Tekuk torsi lateral

Kapasitas momen komponen struktur nominal (M_{be}) untuk tekuk torsi lateral, ditentukan sebagai berikut:

Untuk $M_o < 0{,}56M_y$: $M_{be} = M_o$ (7.2.2.2(1))

Untuk $0{,}56M_y \leq M_o \leq 2{,}78M_y$: $M_{be} = \frac{10}{9}M_y\left(1 - \frac{10M_y}{36M_o}\right)$ (7.2.2.2(2))

Untuk $M_o > 2{,}78M_y$: $M_{be} = M_y$ (7.2.2.2(3))

Keterangan:

M_o adalah momen tekuk torsi lateral elastis sesuai dengan Pasal 3.3.3.2

M_y $= Z_f f_y$ (7.2.2.2(4))

7.2.2.3 Tekuk lokal

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Kapasitas momen komponen struktur nominal (M_{b1}) untuk tekuk lokal, ditentukan sebagai berikut:

Untuk $\lambda_l \le 0,776$: $M_{bl} = M_{be}$ (7.2.2.3(1))

Untuk $\lambda_l > 0,776$: $$M_{bl} = \left[1 - 0,15\left(\frac{M_{ol}}{M_{be}}\right)^{0,4}\right]\left(\frac{M_{ol}}{M_{be}}\right)^{0,4} M_{be}$$ (7.2.2.3(2))

Keterangan:

λ_l adalah faktor kelangsingan non-dimensi untuk menentukan M_{bl}

$$= \sqrt{M_{be}/M_{ol}}$$ (7.2.2.3(3))

M_{o1} adalah momen tekuk lokal elastis

$$= Z_f f_{ol}$$ (7.2.2.3(4))

7.2.2.4 Tekuk distorsi

Kapasitas momen komponen struktur nominal (M_{bd}) untuk tekuk distorsi, ditentukan sebagai berikut:

Untuk $\lambda_d \le 0,673$: $M_{bd} = M_y$ (7.2.2.4(1))

Untuk $\lambda_d > 0,673$: $$M_{bd} = \left[1 - 0,22\left(\frac{M_{od}}{M_y}\right)^{0,5}\right]\left(\frac{M_{od}}{M_y}\right)^{0,5} M_y$$ (7.2.2.4(2))

Keterangan:

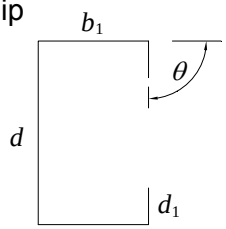
λ_d adalah faktor kelangsingan non-dimensi untuk menentukan M_{bd}

$$= \sqrt{M_y/M_{od}}$$ (7.2.2.4(3))

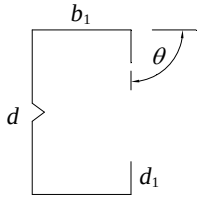
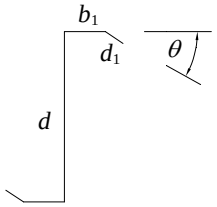
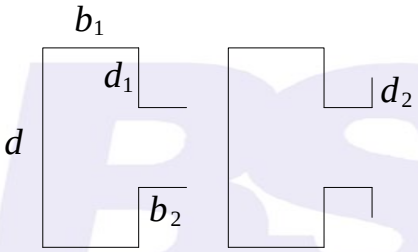
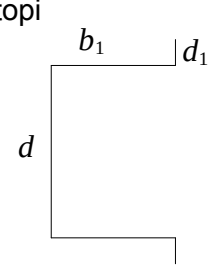
M_{od} adalah momen tekuk distorsi elastis

$$= Z_f f_{od}$$ (7.2.2.4(4))

Tabel 7.1.1 - Batasan untuk komponen struktur tekan yang telah diprakualifikasi

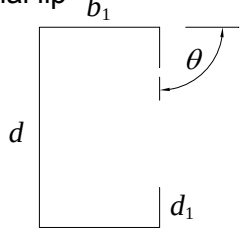
Penampang	Batasan Geometri
Kanal lip 	$d/t < 472$ $b_1/t < 159$ $4 < d_1/t < 33$ $0,7 < d/b_f < 5,0$ $0,05 < d_1/b_1 < 0,41$ $\theta = 90°$ $E/f_y > 340$ ($f_y < 593\text{MPa}$)

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

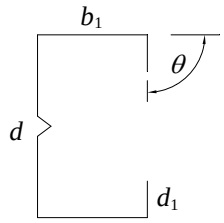
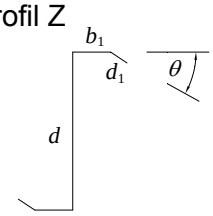
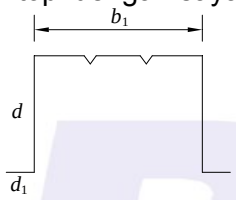
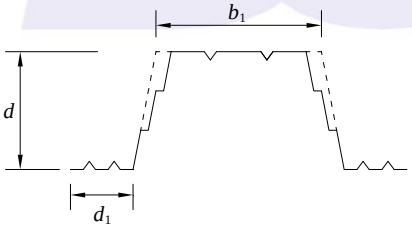
Kanal lip dengan pengaku badan 	$d/t < 489$ $b_1/t < 160$ $6 < d_1/t < 33$ $1,3 < d/b_1 < 2,7$ $0,05 < d_1/b_1 < 0,41$ satu atau dua pengaku antara $E/f_y > 340$ ($f_y < 593$MPa)
Profil *Z* 	$d/t < 137$ $b_1/t < 56$ $0 < d_1/t < 36$ $1,5 < d/b_1 < 2,7$ $0,00 < d_1/b_1 < 0,73$ $\theta = 50°$ $E/f_y > 590$ ($f_y < 345$MPa)
Rack Upright 	$d/t < 51$ $b_1/t < 22$ $5 < d_1/t < 8$ $2,1 < d/b_1 < 2,9$ $1,6 < d_2/b_1 < 2,0$ (b_2 adalah tonjolan kecil sejajar dengan b_1) $d_2/d = 0,3$ ($d_2$adalahlip kedua sejajar dengan d_1) $E/f_y > 340$ ($f_y < 593$MPa)
Profil topi 	$d/t < 50$ $b_1/t < 20$ $4 < d_1/t < 6$ $1,0 < d/b_1 < 1,2$ $d_1/b_1 = 0,13$ $E/f_y > 428$ ($f_y < 476$MPa)

$r/t < 10$, dimana r adalah radius garis pusat.

Tabel 7.1.2 - Batasan untuk komponen struktur lentur yang telah diprakualifikasi

Penampang	Batasan Geometri
Kanal lip 	$d/t < 321$ $b_1/t < 75$ $0 < d_1/t < 34$ $1,5 < d/b_f < 17,0$ $0,0 < d_1/b_1 < 0,7$ $44° < \theta < 90°$ $E/f_y > 421$ ($f_y < 483$MPa)

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Kanal lip dengan pengaku badan 	$d / t < 358$ $b_1 / t < 58$ $14 < d_1 / t < 17$ $5,5 < d / b_1 < 11,7$ $0,27 < d_1 / b_1 < 0,56$ $\theta = 90°$ $E / f_y > 578$ ($f_y < 352$MPa)
Profil Z 	$d / t < 183$ $b_1 / t < 71$ $10 < d_1 / t < 16$ $2,5 < d / b_1 < 4,1$ $0,15 < d_1 / b_1 < 0,34$ $36° < \theta < 90°$ $E / f_y > 400$ ($f_y < 462$MPa)
Profil topi dengan sayap tekan diperkaku 	$d / t < 97$ $b_1 / t < 467$ $0 < d_1 / t < 26$ $0,14 < d / b_1 < 0,87$ $0,44 < b_1 / 2d_1 < 2,0$ $0 < n \leq 4$ $E / f_y = 492$ ($f_y < 414$MPa)
Profil Trapesium (dek) dengan sayap tekan diperkaku 	$d / t < 203$ $b_1 / t < 231$ $42 < (d / \sin\theta) / b_1 < 1,91$ $0,55 < d / 2d_1 < 1,69$ $0 < n_c \leq 2$ (n_c = jumlah pengaku sayap tekan) $0 < n_w \leq 2$ (n_w = jumlah pengaku/lipatan badan) $0 < n_t \leq 2$ (n_t = jumlah pengaku sayap tarik) $52° < \theta < 84°$ $E / f_y > 310$ ($f_y < 655$MPa)

$r/t < 10$, dimana r adalah radius garis pusat.

8 Pengujian

8.1 Pengujian untuk menentukan properti material

8.1.1 Pengujian untuk baja yang tidak dibentuk

Jika digunakan baja yang sesuai dengan Pasal 1.5.1.2 atau tegangan leleh baja dibutuhkan untuk pemakaian Pasal 6.1.3, properti baja yang belum dibentuk harus ditentukan melalui pengujian sesuai dengan AS 1391.

Spesimen harus diambil secara longitudinal (sisi panjang dari spesimen dalam arah rol) dari posisi seperempat lebar gulungan diukur dari tepi ujung terluar gulungan.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

8.1.2 Pengujian tekan

Pengujian kolom pendek harus dilakukan pada spesimen dengan ujung rata yang panjangnya tidak kurang dari tiga kali dimensi terbesar penampang, tetapi tidak lebih dari 20 kali radius girasi terkecil. Jika pengujian kekuatan tekan ultimit digunakan untuk menentukan tegangan leleh untuk tujuan kontrol kualitas, panjang spesimen tidak boleh kurang dari 15 kali radius girasi terkecil.

Dalam pelaksanaan pengujian tekan, spesimen harus diletakkan pada mesin penguji sedemikian sehingga beban bekerja secara konsentris terhadap sumbu berat penampang.

CATATAN Informasi lebih lanjut mengenai pengujian tekan, dapat mengacu acuan ASTM E9, dan Technical Memoranda Nos 2 and 3 dari Column Research Council, 'Notes on Compression Testing of Materials', dan 'Stub-Column Test Procedure', yang dicetak ulang pada Column Research Council Guide to Stability Design Criteria for Metal Structures, Third Edition, 1976.

8.1.3 Pengujian penampang utuh

Pasal ini hanya berlaku untuk menentukan properti mekanis penampang yang dibentuk secara utuh untuk tujuan seperti pada Pasal 1.5.1.3. Pasal ini tidak boleh diinterpretasikan untuk melarang penggunaan prosedur pengujian sebagai pengganti perhitungan desain biasa.

Prosedur pengujian adalah sebagai berikut:

(a) Tentukan tegangan leleh tarik (f_y) sesuai dengan AS 1391.

(b) Tentukan tegangan leleh tekan (f_y) dengan cara pengujian tekan sesuai dengan Pasal 8.1.2.

(c) Jika efek utama dari beban layan yang akan dikerjakan pada komponen struktur mengakibatkan tegangan lentur, tentukan tegangan leleh untuk sayap. Dalam menentukan tegangan leleh, lakukan pengujian pada spesimen yang dipotong dari penampang. Setiap spesimen harus terdiri dari satu sayap utuh ditambah bagian pelat badan dengan rasio lebar rata sedemikan sehingga penampang menjadi efektif penuh.

(d) Untuk tujuan kontrol dan penerimaan, lakukan dua pengujian penampang utuh dari tumpukan material yang sudah dibentuk. Tumpukan material harus dianggap sebagai paket seperti yang didefinisikan dalam spesifikasi material standar yang relevan dengan Pasal yang membahas pemilihan dan persiapan dari sampel-sampel untuk pengujian mekanis.

(e) Gunakan pengujian tarik atau tekan untuk tujuan kontrol dan penerimaan rutin, asalkan tes tersebut menunjukkan tegangan leleh dari penampang ketika menerima tegangan yang bekerja saat penampang tersebut digunakan.

8.1.4 Pengujian kupon rata dari komponen struktur yang dibentuk

8.1.4.1 Perkiraan peningkatan kekuatan

Pengujian untuk menentukan properti material kupon rata dari komponen struktur yang dibentuk dan properti material untuk baja yang tidak dibentuk untuk memperkirakan peningkatan kekuatan akibat proses canai dingin, seperti pada Pasal 1.5.1.3, harus dilakukan sebagai berikut:

(a) Tegangan leleh dari elemen-elemen rata (f_{yf}) harus ditentukan dengan mengukur rata-rata pembobotan tegangan leleh dari kupon tarik standar yang diambil secara longitudinal dari bagian rata utama dari komponen struktur canai dingin. Rata-rata

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

pembobotan merupakan jumlah dari hasil kali tegangan leleh rata-rata untuk setiap bagian rata utama dengan luas penampangnya dibagi dengan luas total elemen-elemen rata utama pada penampang melintang.

(b) Jika tegangan leleh aktual baja yang belum dibentuk melebihi nilai tegangan leleh minimum, tegangan leleh dari elemen-elemen rata (f_{yf}) harus dimodifikasi dengan mengalikan nilai hasil pengujian dengan rasio nilai tegangan leleh minimum terhadap tegangan leleh aktual dari baja yang belum dibentuk.

8.1.4.2 Properti desain

Pengujian untuk menentukan properti material kupon rata dari komponen struktur yang dibentuk untuk mengetahui properti desain dari komponen struktur yang dibentuk, seperti pada Pasal 1.5.1.2, harus dilakukan sebagai berikut:

(a) Spesimen pengujian harus diambil secara longitudinal dari bagian rata utama penampang, di tengah antara pojok-pojok (tidak termasuk pojok-pojok) atau di tengah antara suatu pojok dan tepi bebas (tidak termasuk pojok).

(b) Spesimen pengujian harus diambil dari bagian rata dengan peningkatan kekuatan terkecil akibat canai dingin.

(c) Tegangan leleh minimum (f_y) dan kekuatan tarik minimum (f_u) yang digunakan dalam desain harus ditentukan sesuai dengan AS 1391.

8.1.5 Pengujian untuk menentukan properti penampang

Properti lentur penampang, seperti momen inersia dan modulus penampang, dapat ditentukan melalui pengujian.

Spesimen pengujian yang rentan terhadap simpangan lateral harus dibreising secukupnya. Perlengkapan pembebanan maupun breising tidak boleh memberikan efek pengekangan pada spesimen. Perangkat pembebanan harus dikalibrasi secara akurat.
Spesimen harus diuji lentur dengan bentang tertumpu sederhana.

Dimensi penampang dari spesimen pengujian harus semirip mungkin dengan dimensi nominal dalam praktik, yang digunakan sebagai dasar untuk properti yang dihitung. Jika terdapat penyimpangan, properti penampang dari pengujian harus dimodifikasi dengan rasio dimensi nominal terhadap dimensi aktual.
Defleksi sesungguhnya harus dipisahkan dari penyebab pergerakan lain dari spesimen pengujian yang sedang dibebani, seperti penurunan pada perletakan, dan pergoyangan struktur rangka untuk pengujian.

8.1.6 Pengujian sambungan dengan pengencang satu titik

Pengujian sambungan dengan pengencang satu titik harus sesuai dengan Lampiran F.

8.2 Pengujian untuk perkiraan atau verifikasi

8.2.1 Umum

Pasal ini berlaku untuk unit-unit prototipe dari struktur utuh, bagian dari struktur, komponen struktur individual atau sambungan untuk verifikasi desain.

Metode-metode pengujian harus sesuai dengan AS/NZS1170.0, sebagai alternatif terhadap metode perhitungan.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Metode-metode pengujian tidak dapat dipakai untuk menguji model struktur atau pembuatan kriteria desain umum.

8.2.2 Koefisien variasi dari karakteristik struktur

Koefisien variasi dari karakteristik struktur (V_{sc}) mengacu pada variabilitas populasi total unit-unit produksi. Ini meliputi variasi populasi total akibat fabrikasi (k_f) dan material (k_m). Hal ini dapat diperkirakan sebagai berikut:

$$V_{sc} = \sqrt{k_f^2 + k_m^2} \qquad (8.2.2)$$

8.2.3 Kapasitas desain dari produk spesifik dan rakitan spesifik

Kapasitas desain (R_d) dari produk spesifik atau rakitan spesifik dapat ditentukan dari pengujian prototipe pengujian dari produk spesifik atau rakitan spesifik tersebut. Kapasitas desain (R_d) harus memenuhi:

$$R_d \leq \left(\frac{R_{min}}{k_t} \right) \qquad (8.2.3)$$

dimana R_{min} adalah nilai minimum dari hasil pengujian dan k_t seperti ditentukan dalam Tabel 8.2.3.

Pengujian lembaran atap dan sistem klading dinding harus sesuai dengan AS/NZS 1562.1.

Tabel 8.2.3 - Faktor variabilitas unit strutur (k_t)

Jumlah unit yang diuji	Koefisien variasi karakteristik struktur (V_{sc})					
	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	1,20	1,46	1,79	2,21	2,75	3,45
2	1,17	1,38	1,64	1,96	2,36	2,86
3	1,15	1,33	1,56	1,83	2,16	2,56
4	1,15	1,30	1,50	1,74	2,03	2,37
5	1,13	1,28	1,46	1,67	1,93	2,23
10	1,10	1,21	1,34	1,49	1,66	1,85
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Lampiran A
(normatif)
Acuan normatif

Daftar dokumen di bawah ini tidak dapat dipisahkan dalam penggunaan Standar ini.

AS

1110	ISO metric hexagon bolts and screws – Product grades A and B
1110.1	Part 1: Bolts
1110.2	Part 2: Screws
1111	ISO metric hexagon bolts and screws – Product grade C
1111.1	Part 1: Bolts
1111.2	Part 1: Screws
1112	ISO metric hexagon nuts
1112.1	Part 1: Style 1 – Product grades A and B
1112.2	Part 2: Style 2 – Product grades A and B
1112.3	Part 3: Product grade C
1112.4	Part 4: Chamfered thin nuts – Product grades A and B
1163	Structural steel hollow sections
1170.4	Part 4: Structural design actions – Minimum design loads on structures – Earthquake loads
1275	Metric screws threads for fasteners
1391	Metallic materials – Tensile testing at ambient temperature
1397	Steel sheet and strip – Hot-dipped zinc-coated or aluminium/zinc-coated
3566	Self-drilling screws for the building and construction industries
3566.1	Part 1: General requirements and mechanical properties
3566.2	Part 2: Corrosion resistance requirements
3623	Domestic metal framing
4040	Methods of testing sheet roof and wall cladding
4040.2	Part 2: Resistance to wind pressure for non-cyclone regions
4100	Steel structure
4291	Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel
4291.1	Part 1: Bolts, screws and studs (ISO 898-1)

AS/NZS

1170	Structural design actions
1170.0	Part 0: General principles
1170.1	Part 1: Permanent, imposed and other actions

“Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan”

1170.2	Part 2: Wind actions
1170.3	Part 3: Snow and ice actions
1252	High strength steel bolts with associated nuts and washers for structural engineering
1554	Structural steel welding
1554.1	Part 1: Welding of steel structures
AS 1554.2	Part 2: Stud welding (steel studs to steel)
AS/NZS 1554.5	Part 5: Welding of steel structures subject to high levels of fatigue loading
1559	Hot-dip galvanized steel bolts with associated nuts and washers for tower construction
1562	Design and installation of sheet roof and wall cladding
1562.1	Part 1: Metal
1594	Hot-rolled steel flat products
1595	Cold-rolled, unalloyed, steel sheet and strip
3678	Structural steel – hot-rolled plates, floorplates and slabs
4680	Hot-dip galvanized (zinc) coatings on fabricated ferrous articles
NZS 1170.5	Part 5: Structural design actions – Earthquake actions – New Zealand
3404	Steel Structures Standard
ANSI/AWS D1.3	Structural Welding Code – Sheet Steel
AWS C1.1	Recommended Practices for Resistance Welding
C1.3	Recommended Practices for Resistance Welding Coated Low Carbon Steels
F114	Industrial Fastener Institute

CATATAN Lampiran G meliputi daftar dokumen informatif acuan Standar ini

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Lampiran B
(informatif)
Komponen struktur lentur yang mengalami lentur positif dan negatif

B1 Umum

Jika properti geometri komponen struktur lentur didasarkan pada lebar efektif desain dengan memperhitungkan keritingan sayap, dan jika komponen struktur ini mengalami momen positif dan negatif (seperti pada kasus balok menerus atau sistem rangka kaku), Paragraf B2 dan B3 harus dipenuhi, dengan batasan seperti pada Paragraf B4.

B2 Kapasitas untuk memikul beban

Momen lentur dan reaksi perletakan dapat ditentukan dengan asumsi penampang balok atau sistem rangka konstan, jika rasio modulus penampang untuk momen lentur positif dan negatif tidak melebihi nilai yang ditetapkan pada Paragraf B4. Momen lentur desain maksimum (M^*) yang terhitung tidak boleh melebihi kapasitas momen lentur nominal (M_b) dikalikan ϕ_b.

B3 Defleksi

Defleksi dapat ditentukan dengan asumsi penampang balok atau sistem rangka konstan, dan berdasarkan momen inersia rata-rata, jika rasio momen inersia untuk momen lentur positif dan negatif tidak melebihi nilai yang ditetapkan pada Paragraf B4.

B4 Batasan

Untuk tujuan pada Paragraf B2 dan B3, rasio dari properti geometri komponen struktur yang mengalami momen lentur positif dan negatif, yang ditentukan sesuai dengan Standar ini, tidak boleh melebihi :

(a) Modulus penampang
  (i) Balok menerus : 1,35
  (ii) Sistem rangka kaku : 1,25
(b) Momen inersia
  (i) Balok menerus : 1,20
  (ii) Sistem rangka kaku : 1,16

Untuk tujuan pada Paragraf ini, properti penampang dengan nilai lebih besar harus digunakan sebagai pembilang pada rasio di atas.

Untuk komponen struktur dengan rasio melewati batas yang ditentukan pada Paragraf B4, sebuah pendekatan analisis rasional dapat dikembangkan berdasarkan pengujian.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Lampiran C
(informatif)
Perlindungan

C1 Ruang lingkup

Lampiran ini berlaku untuk melindungi komponen struktur canai dingin, meliputi dek, klading dan struktur.

CATATAN Lihat New Zealand Building Code dan New Zealand Building Code Handbook Verification Method (B2/VM1) dan Acceptable Solution (B2/AS1) untuk persyaratan tambahan, jika New Zealand Building Act dapat diterapkan dalam proyek tersebut.

C2 Perlindungan terhadap korosi

C2.1 Komponen struktur yang dilindungi

Sebuah komponen struktur harus dilindungi secara cukup terhadap serangan korosi, yang diakibatkan kondisi lingkungan.

C2.2 Lapisan pelindung

Lapisan pelindung dapat digunakan pada baja lembaran atau *setrip*, sebelum maupun sesudah komponen struktur dibentuk. Tipe lapisan harus ditentukan setelah memperhitungkan penggunaan struktur, cuaca dan kondisi lokal lainnya, ketentuan pemeliharaan, dan efek dari proses pembentukan pada lapisan sebelumnya.

C2.3 Komponen struktur yang dibuat dari baja yang tidak dilapisi

Sebuah komponen struktur yang dibuat dari baja yang tidak dilapisi harus dilindungi dengan lapisan penangkal korosi segera setelah proses. Lapisan harus memiliki sifat adhesi permanen dengan baja. Lapisan berikutnya, sebelum atau sesudah perakitan, harus dapat melekat secara cukup dan kompatibel dengan lapisan pertama. Tipe dan kualitas dari lapisan dan penggunaannya harus sesuai dengan rekomendasi pada bagian yang sesuai dari AS/NZS 2312. Lapisan yang rusak karena las, perakitan, atau penanganan harus diperbaiki sesuai dengan Paragraf C4.

C2.4 Komponen struktur yang dibuat dari baja yang dilapisi

Untuk komponen struktur yang dibuat dari baja yang dilapisi, lapisan yang digunakan sebelum pembentukan, harus mempunyai properti mekanis yang cukup dan adhesi dengan baja yang memadai untuk dapat bertahan tanpa kerusakan atau pengelupasan selama proses pembentukan.

CATATAN Rekomendasi untuk perlindungan korosi dapat dilihat pada AS/NZS 2311 dan AS/NZS 2312.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

C3 Proteksi selama pengangkutan, penanganan dan penyimpanan

C3.1 Umum

Komponen struktur yang mengalami distorsi, dan diperbaiki setelahnya, dapat melemah karena integritas struktur memburuk atau hilang. Komponen struktur seperti ini tidak diperbolehkan untuk dipakai.

C3.2 Pengangkutan dan penanganan

Komponen struktur harus diproteksi selama penanganan dan pengangkutan untuk mencegah kerusakan. Unit yang dikirim yang diikat secara bersama, harus dapat dipisahkan tanpa merusak unit tersebut maupun lapisannya. Penanganan unit-unit yang panjang yang diikat bersama harus dilakukan secara hati-hati. Pertimbangan harus dilakukan untuk pengangkatan balok dengan jarak titik angkat yang tepat, atau pengangkatan dengan menggunakan *forklift* dengan jarak titik angkat yang tepat.

C3.3 Penyimpanan

Komponen struktur harus diproteksi terhadap cuaca. Komponen struktur harus diletakkan tanpa menyentuh tanah dan diproteksi dengan penutup yang tahan air. Ventilasi harus cukup untuk menghindari pengembunan. Jika ikatan unit basah, komponen-komponen struktur harus dipisah, dikeringkan dan diletakkan sedemikan sehingga sirkulasi udara dapat mengeringkannya.

C4 Perbaikan lapisan

Komponen struktur yang lapisannya rusak karena las atau sebab yang lain harus diperbaiki sebelum komponen struktur tersebut dipakai. Daerah yang rusak harus dikeringkan dan dibersihkan, bebas dari kotoran, minyak, dan korosi sebelum lapisan pelindung digunakan. Ketika menyiapkan rakitan memakai las untuk dicat, daerah las dan di dekat las harus dibersihkan dengan baik sampai terlihat logam dasarnya. Lapisan pelindung harus diberikan secepatnya sebelum terjadi oksidasi dari permukaan yang dibersihkan. Lapisan zink yang rusak harus diperbaiki dengan menggunakan cat zink yang cocok.

Lampiran D
(normatif)
Tegangan tekuk distorsi penampang kanal, kanal lip dan penampang-z yang mengalami tekan dan lentur

D1 Kanal dalam kondisi tekan

Tegangan tekuk distorsi elastis (f_{od}) dari penampang kanal yang mengalami tekan (lihat gambar D1(a)) harus ditentukan sebagai berikut:

$$f_{od} = \frac{E}{2A}\left\{(\alpha_1+\alpha_2) - \sqrt{\left[(\alpha_1+\alpha_2)^2 - 4\alpha_3\right]}\right\} \quad \text{(D1(1))}$$

Keterangan:

$$\alpha_1 = \frac{\eta}{\beta_1}\left(\beta_2 + 0{,}039 J\lambda^2\right) + \frac{k_\phi}{\beta_1 \eta E} \quad \text{(D1(2))}$$

$$\alpha_2 = \eta\left(I_y + 2y_0\frac{\beta_3}{\beta_1}\right) \quad \text{(D1(3))}$$

$$\alpha_3 = \eta\left(\alpha_1 I_y - \frac{\eta}{\beta_1}\beta_3^2\right) \quad \text{(D1(4))}$$

$$\beta_1 = h_x^2 + \left(\frac{I_x + I_y}{A}\right) \quad \text{(D1(5))}$$

$$\beta_2 = I_w + I_x\left(x_0 - h_x\right)^2 \quad \text{(D1(6))}$$

$$\beta_3 = I_{xy}\left(x_0 - h_x\right) \quad \text{(D1(7))}$$

$$\beta_4 = \beta_2 + \left(y_0 - h_y\right)\left[I_y\left(y_0 - h_y\right) - 2\beta_3\right] \quad \text{(D1(8))}$$

$$\lambda = 4{,}80\left(\frac{\beta_4 b_w}{t^3}\right)^{0{,}25} \quad \text{(D1(9))}$$

$$\eta = \left(\frac{\pi}{\lambda}\right)^2 \quad \text{(D1(10))}$$

$$k_\phi = \frac{Et^3}{5{,}46\left(b_w + 0{,}06\lambda\right)}\left[1 - \frac{1{,}1 f_{od}^{'}}{Et^2}\left(\frac{b_w^2\lambda}{b_w^2+\lambda^2}\right)^2\right] \quad \text{(D1(11))}$$

$f_{od}^{'}$ diperoleh dari Persamaan D1(1) dengan

$$\alpha_1 = \frac{\eta}{\beta_1}\left(\beta_2 + 0{,}039 J\lambda^2\right) \quad \text{(D1(12))}$$

Nilai-nilai A, I_x, I_y, I_{xy}, I_w, adalah untuk sayap dan lip tekan saja.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

D2 Kanal lip sederhana dalam kondisi tekan

Tegangan tekuk distorsi elastis (f_{od}) dari penampang kanal lip sederhana yang mengalami tekan (lihat gambar D1(b)) harus ditentukan sebagai berikut:

$$f_{od} = \frac{E}{2A}\left\{(\alpha_1+\alpha_2)-\sqrt{(\alpha_1+\alpha_2)^2-4\alpha_3}\right\} \quad \text{(D2(1))}$$

Keterangan:

$$\alpha_1 = \frac{\eta}{\beta_1}\left(I_x b_f^2 + 0{,}039 J\lambda^2\right)+\frac{k_\phi}{\beta_1\eta E} \quad \text{(D2(2))}$$

$$\alpha_2 = \eta\left(I_y + \frac{2}{\beta_1}\bar{y}b_f I_{xy}\right) \quad \text{(D2(3))}$$

$$\alpha_3 = \eta\left(\alpha_1 I_y - \frac{\eta}{\beta_1} I_{xy}^2 b_f^2\right) \quad \text{(D2(4))}$$

$$\beta_1 = x^{-2} + \left(\frac{I_x + I_y}{A}\right) \quad \text{(D2(5))}$$

$$\lambda = 4{,}80\left(\frac{I_x b_f^2 b_w}{t^3}\right)^{0{,}25} \quad \text{(D2(6))}$$

$$\eta = \left(\frac{\pi}{\lambda}\right)^2 \quad \text{(D2(7))}$$

$$k_\phi = \frac{Et^3}{5{,}46\left(b_w + 0{,}06\lambda\right)}\left[1-\frac{1{,}1 f'_{od}}{Et^2}\left(\frac{b_w^2\lambda}{b_w^2+\lambda^2}\right)^2\right] \quad \text{(D2(8))}$$

f'_{od} diperoleh dari Persamaan D2(1) dengan

$$\alpha_1 = \frac{\eta}{\beta_1}\left(I_x b_f^2 + 0{,}039 J\lambda^2\right) \quad \text{(D2(9))}$$

Nilai-nilai A, $\bar{x}$, $\bar{y}$, J, I_x, I_y dan I_{xy}, adalah untuk sayap tekan dengan lip sederhana sebagai berikut :

$$A = \left(b_f + d_l\right)t \quad \text{(D2(10))}$$

$$\bar{x} = \frac{\left(b_f^2 + 2b_f d_l\right)}{2\left(b_f + d_l\right)} \quad \text{(D2(11))}$$

$$\bar{y} = \frac{d_f^2}{2\left(b_f + d_l\right)} \quad \text{(D2(12))}$$

$$J = \frac{t^3\left(b_f + d_l\right)}{3} \quad \text{(D2(13))}$$

$$I_x = \frac{b_f t^3}{12} + \frac{t d_l^3}{12} + b_f t\bar{y}^2 + d_l t\left(\frac{d_l}{2} - \bar{y}\right)^2 \quad \text{(D2(14))}$$

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

$$I_y = \frac{tb_f^3}{12} + \frac{d_1 t^3}{12} + d_1 t\left(b_f - \bar{x}\right)^2 + b_f t\left(\bar{x} - \frac{b_f}{2}\right)^2 \quad \text{(D2(15))}$$

$$I_{xy} = b_f t\left(\frac{b_f}{2} - \bar{x}\right)\left(-\bar{y}\right) + d_1 t\left(\frac{d_1}{2} - \bar{y}\right)\left(b_f - \bar{x}\right) \quad \text{(D2(16))}$$

D3 Kanal lip sederhana atau penampang-*z* yang mengalami lentur terhadap sumbu tegak lurus pelat badan

Tegangan tekuk distorsi elastis (f_{od}) dari penampang kanal lip sederhana atau penampang *Z* yang mengalami lentur terhadap sumbu tegak lurus pelat badan (lihat gambar D1(c)) harus ditentukan sesuai dengan Paragraf D2, kecuali:

$$\lambda = 4{,}80\left(\frac{I_x b_f^2 b_w}{2t^3}\right)^{0{,}25} \quad \text{(D3(1))}$$

$$k_\phi = \frac{Et^3}{5{,}46\left(b_w + 0{,}06\lambda\right)}\left[1 - \frac{1{,}1 f_{od}^{'}}{Et^2}\left(\frac{b_w^4 \lambda^2}{12{,}56\lambda^4 + 2{,}192 b_w^4 + 13{,}39\lambda^2 b_w^2}\right)\right] \quad \text{(D3(2))}$$

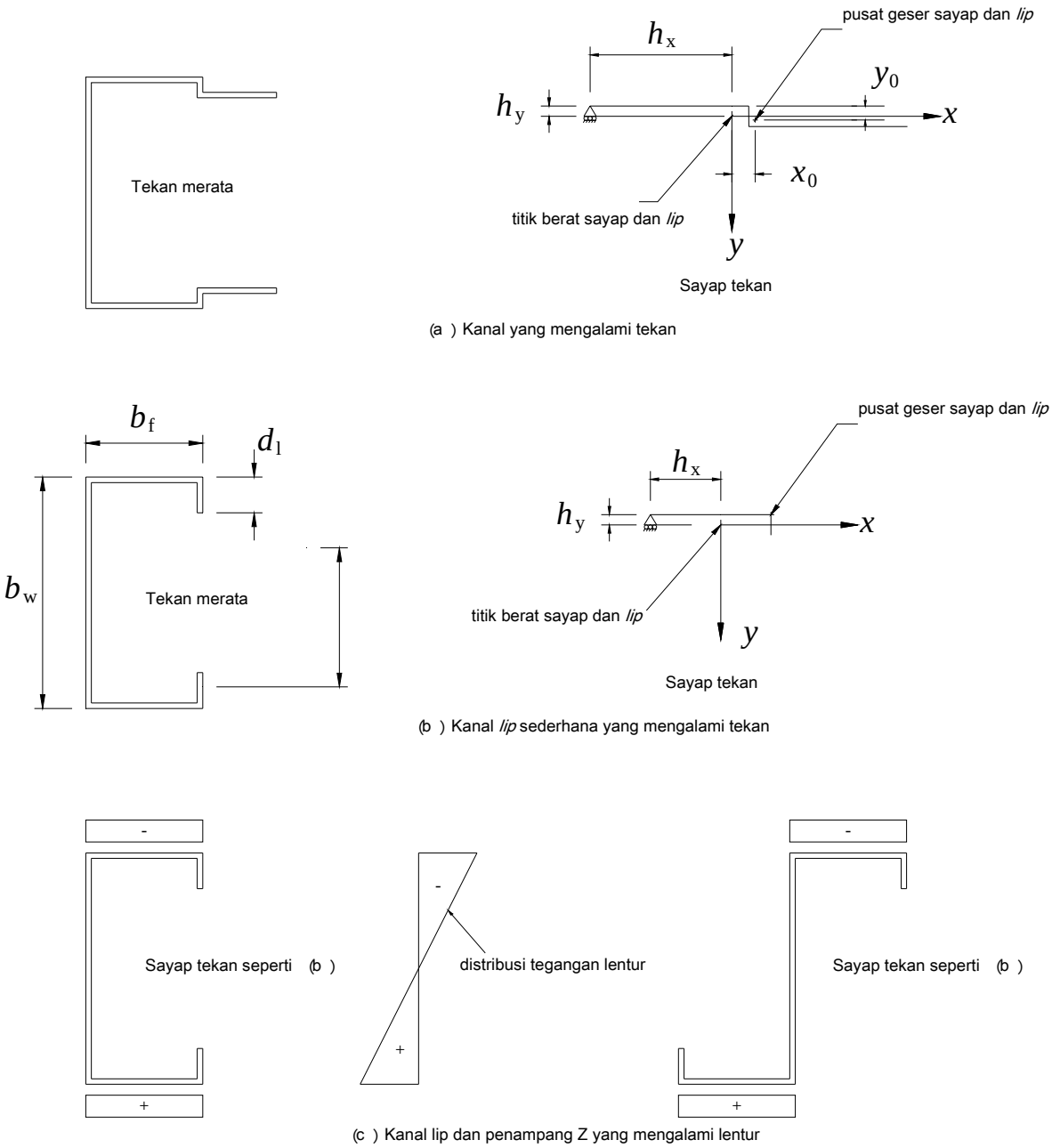
$f_{od}^{'}$ diperoleh dari Persamaan D2(1) dengan

$$\alpha_1 = \frac{\eta}{\beta_1}\left(I_x b_f^2 + 0{,}039 J\lambda^2\right) \quad \text{(D3(3))}$$

Jika k_ϕ negatif, k_ϕ harus dihitung dengan $f_{od}^{'}$=0.

Jika interval breising yang mengekang rotasi sayap dan lip secara penuh dalam ragam distorsi, diletakkan pada interval kurang dari λ yang ditentukan pada Persamaan D3(1), interval breising harus digunakan untuk menggantikan nilai λ.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"



Gambar D1 - Model kanal, kanal lip dan penampang *Z* untuk tekuk distorsi

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Lampiran E
(normatif)
Properti penampang

E1 Jarak pusat geser (*m*), konstanta torsi (*J*) dan konstanta pilin (i_w)

Nilai m, J dan I_w untuk penampang tertentu dapat dilihat pada Gambar E1.

Untuk I_w dari penampang selain yang diperlihatkan pada Gambar E1, I_w harus diambil sebesar nol untuk penampang boks.

E2 Konstanta penampang simetris tunggal

Konstanta penampang simetri tunggal dihitung sebagai berikut:

$$\beta_x = \frac{1}{I_x}\left(\int_A x^2 y dA + \int_A y^3 dA\right) - 2y_0 \quad \text{(E2(1))}$$

$$\beta_y = \frac{1}{I_y}\left(\int_A xy^2 dA + \int_A x^3 dA\right) - 2x_0 \quad \text{(E2(2))}$$

Dimana sumbu x adalah sumbu simetri (lihat Tabel E1)

$$\beta_x = 0 \quad \text{(E2(3))}$$

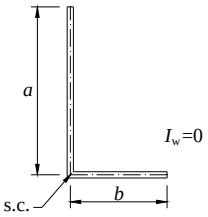
$$\beta_y = \frac{\beta_w + \beta_f + \beta_L}{I_y} - 2x_0 \quad \text{(E2(4))}$$

CATATAN

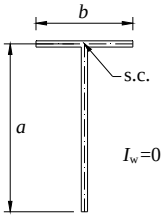
1. Untuk penampang dengan sumbu simetris ganda, $\beta_x = 0$ dan $\beta_y = 0$.
2. Pada perhitungan β_y dengan menggunakan nilai x_0, yang ditentukan dari Tabel E1, x_0 dan $\bar{x}$ bertanda negatif.

Jika sumbu y adalah sumbu simetri, tukar x dan y pada persamaan-persamaan untuk sumbu x adalah sumbu simetri dan pada Tabel E1.

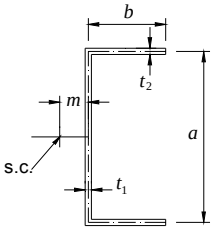
"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"



$I_w = 0$



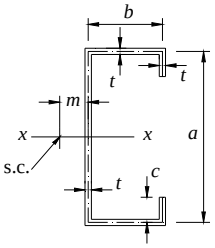
$I_w = 0$



$$m = \frac{3\,b}{F+6}$$

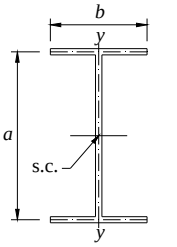
$$I_w = \frac{a^2 b^3 t_2}{12}\left(\frac{2F+3}{F+6}\right)$$

dimana $F = \dfrac{a\,t_1}{b\,t_2}$

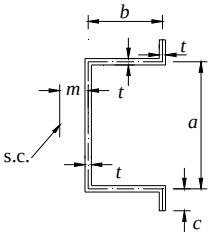


$$m = \frac{a^2 b^2 t}{I_x}\left(\frac{1}{4} + \frac{c}{2b} + \frac{2c^3}{3a^2 b}\right)$$

$$I_w = \frac{b^2 t}{6}\,(4c^3 + 6ac^2 + 3a^2 c + a^2 b)\; m^2 I_x$$

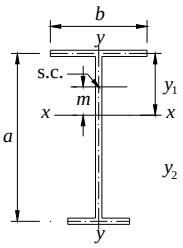


$$I_w = \frac{a^2 I_y}{4}$$



$$m = \frac{a^2 b^2 t}{I_x}\left(\frac{1}{4} + \frac{c}{2b} + \frac{2c^3}{3a^2 b}\right)$$

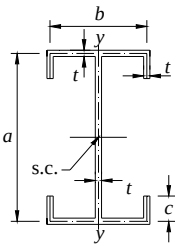
$$I_w = \frac{b^2 t}{6}\,(4c^3 + 6ac^2 + 3a^2 c + a^2 b)\; m^2 I_x$$



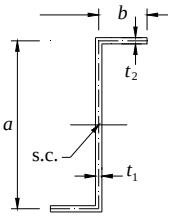
$$m = \frac{y_1 I_1 - y_2 I_2}{I_y}$$

$$I_w = \frac{a^2\, I_1\, I_2}{I_y}$$

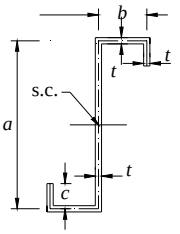
dimana I_1 dan I_2 adalah momen inersia sayap atas dan bawah terhadap sumbu y



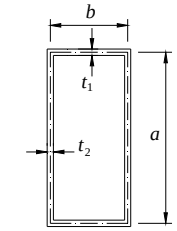
$$I_w = \frac{a^2 I_y}{4} + c^2 b^2 t\left(\frac{a}{2} + \frac{c}{3}\right)$$



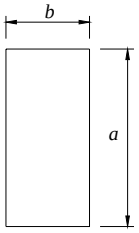
$$I_w = \frac{a^2 b^3 t_2}{12}\left(\frac{2a+b}{a+2b}\right)$$



$$I_w = \frac{b^2 t\left[\begin{array}{c} a^2(b^2+2ba+4bc+6ac) \\ +4c^2(3ba+3a^2+4bc+2ac+c^2) \end{array}\right]}{12(2b+a+2c)}$$



$$J = \frac{2a^2 b^2}{\frac{b}{t_1} + \frac{a}{t_2}}$$



$$J = \frac{at^3}{2}\left[1 - 0{,}63\left(\frac{t}{a}\right) + 0{,}052\left(\frac{t}{a}\right)^2\right]$$

(kira-kira $\dfrac{at^3}{2}$ untuk penampang persegi panjang sempit)

KETERANGAN : s.c. = pusat geser (*shear center*)

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Gambar E1 - Jarak pusat geser, konstanta torsi dan konstanta pilin untuk penampang-penampang tertentu

CATATAN untuk Gambar E1

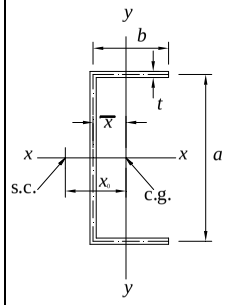
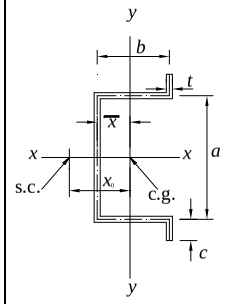
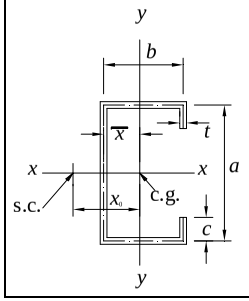
1. Untuk semua penampang terbuka : $J = \sum \frac{bt^3}{3}$.
2. Untuk komponen struktur canai dingin dari lembaran baja tunggal dengan tebal merata: $J = \sum \frac{w_f t^3}{3}$, dimana w_f adalah lebar pasokan dari lembaran datar.
3. Untuk penampang persegi dan kotak berongga, I_w dapat diabaikan terhadap J.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Tabel E1 Penampang simetris tunggal tertentu

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

titik berat, jarak pusat geser dan konstanta penampang simetris tunggal

Penampang	$\bar{x}$	x_0	β_w	β_r	β_L
	$\frac{b^2}{a+2b}$	$\frac{b^2}{a+2b}+\frac{3b^2}{6b+a}$	$\frac{1}{12}t\bar{x}a^3+t\left(\bar{x}\right)^3 a$	$\frac{1}{2}t\left[\left(b+\bar{x}\right)^4-\left(\bar{x}\right)^4\right]+$ $\frac{1}{4}a^2t\left[\left(b+\bar{x}\right)^2-\left(\bar{x}\right)^2\right]$	0
	$\frac{b(b+2c)}{a+2b+2c}$	$\frac{bt(b+2c)}{A}+$ $\frac{bt}{12I_x}\left(6ca^2+3ba^2-bc^3\right)$	$\frac{1}{12}t\bar{x}a^3+t\left(\bar{x}\right)^3 a$	$\frac{1}{2}t\left[\left(b+\bar{x}\right)^4-\left(\bar{x}\right)^4\right]+$ $\frac{1}{4}a^2t\left[\left(b+\bar{x}\right)^2-\left(\bar{x}\right)^2\right]$	$2ct\left(\bar{x}+b\right)^3+$ $\frac{2}{3}t\left(\bar{x}+b\right)\left[\left(\frac{a}{2}+c\right)^3-\left(\frac{a}{2}\right)^3\right]$
	$\frac{b(b+2c)}{a+2b+2c}$	$\frac{bt(b+2c)}{A}+$ $\frac{bt}{12I_x}\left(6ca^2+3ba^2-bc^3\right)$	$\frac{1}{12}t\bar{x}a^3+t\left(\bar{x}\right)^3 a$	$\frac{1}{2}t\left[\left(b+\bar{x}\right)^4-\left(\bar{x}\right)^4\right]+$ $\frac{1}{4}a^2t\left[\left(b+\bar{x}\right)^2-\left(\bar{x}\right)^2\right]$	$2ct\left(\bar{x}+b\right)^3+$ $\frac{2}{3}t\left(\bar{x}+b\right)\left[\left(\frac{a}{2}+c\right)^3-\left(\frac{a}{2}-c\right)^3\right]$

Keterangan : s.c. adalah pusat geser (*shear center*) ; c.g. adalah titik berat (*center of gravity*)

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Lampiran F

(normatif)

Pengujian standar untuk sambungan dengan satu pengencang

F1 Ruang lingkup

Lampiran ini menunjukkan metode pengujian untuk mengevaluasi kinerja struktural sambungan dengan satu pengencang dan *clinching*. Pengujian berikut harus dilakukan untuk sambungan dengan satu pengencang:

(a) Pengujian geser (lihat Paragraf F3).

(b) Uji tarik sambungan silang (lihat Paragraf F4).

F2 Material

Sebuah spesimen dari lembaran baja harus diuji sesuai dengan AS 1391 untuk menentukan data fisiknya.

F3 Pengujian geser

F3.1 Umum

Sebuah spesimen terdiri dari dua setrip lembaran baja, disambung dengan alat penyambung tunggal menembus ujung-ujung lewatan, harus dievaluasi kapasitasnya dalam menerima gaya tarik.

F3.2 Peralatan

Peralatan berikut harus digunakan :

(a) Pemegang (*Grips*). Perangkat yang dapat berfungsi untuk memegang ujung dari spesimen, sedemikian hingga dapat menjamin pembebanan yang merata. Untuk spesimen dengan ketebalan pada setiap ujung melebihi 2,0 mm, ganjal pelindung (*packing shims*) atau pemegang yang dapat diatur harus dipergunakan untuk menjamin pembebanan sentris sepanjang sambungan lewatan.

(b) Perangkat pembebanan. Perangkat yang mampu membebani pemegang secara uni-aksial dengan tingkat yang dapat diatur.

(c) Alat pengukur. Alat yang mampu mengukur gaya yang dikerjakan pada spesimen dengan akurasi minimum $\pm$ 1%, dan perpindahan sepanjang joint dengan akurasi minimum 0,02 mm.

F3.3 Spesimen pengujian

Spesimen pengujian harus terdiri dari dua setrip baja rata yang digabung dengan melewatkan kedua ujung dan dikencangkan pada tengah dari daerah lewatan (lihat gambar F1). Setrip-setrip harus disambung rata dan bebas dari residu. Alat pengencang harus diletakkan dengan toleransi maksimum 3,0 mm dari lokasi yang dispesifikasikan sesuai dengan rekomendasi produsen atau sesuai dengan praktik lapangan aktual yang dilakukan.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

F3.4 Prosedur

Prosedur untuk pengujian geser harus dilakukan sebagai berikut :
(a) Letakkan spesimen pengujian pada pemegang dan penjepit.
(b) Amati beban dan perpindahan.
(c) Bebani spesimen dengan peningkatan yang terkontrol untuk menjamin pengujian selesai dalam waktu antara 30 detik sampai dengan 240 detik.
(d) Hentikan pengujian saat beban maksimum tercapai dan beban telah mulai turun, atau sambungan telah mengalami perpindahan senilai angka terbesar antara 6,0 mm atau diameter alat pengencang.
(e) Catat beban maksimum dan pola kegagalan.

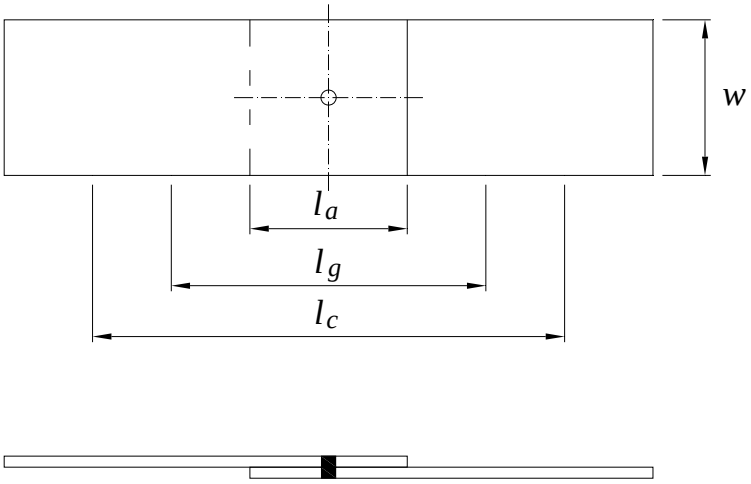
F4 Uji tarik sambungan silang

F4.1 Umum

Spesimen terdiri dari dua setrip baja lembaran, yang disambung dengan alat pengencang tunggal untuk membentuk persilangan, harus dievaluasi kapasitasnya dalam menahan gaya tarik yang dikerjakan tegak lurus bidang spesimen.

F4.2 Peralatan

Peralatan berikut harus digunakan :
(a) Alat Pemegang (*Holding Jig*). Alat pemegang untuk memegang spesimen uji tarik sambungan silang seperti terlihat pada Gambar F2. Penempatan alat pemegang pada perangkat pembebanan harus memungkinkan terjadinya pelurusan sendiri.
(b) Perangkat pembebanan. Perangkat yang mampu membebani setengah dari alat pemegang secara uni-aksial dengan tingkat yang terkontrol.



milimeter

Pengencang	Lebar spesimen (w)	Panjang lewatan (l_a)	Panjang gauge untuk mengukur perpindahan (l_g)		Panjang spesimen tak terjepit (l_c)
			Min.	Maks.	Min.
Clinches dan semua alat pengencang lain dengan diameter bagian tanpa ulir ≤ 7,0mm	50	50	100	150	150
Semua alat pengencang lain dengan diameter bagian tanpa ulir >7,0mm	8 d_{sh}	8 d_{sh}	16 d_{sh}	24 d_{sh}	24 d_{sh}

CATATAN d_{sh} adalah diameter nominal bagian tanpa ulir.

Gambar F1 - Spesimen untuk pengujian geser

F4.3 Spesimen pengujian

Spesimen pengujian terdiri dari dua setrip baja lembaran yang disilangkan dan disambung pada pusatnya dengan sebuah alat pengencang (lihat gambar F3). Setrip-setrip harus disambung rata dan bebas dari residu. Alat pengencang harus diletakkan dengan toleransi maksimum 3,0 mm dari lokasi yang dispesifikasikan sesuai dengan rekomendasi produsen atau sesuai dengan praktik lapangan aktual yang dilakukan.

F4.4 Prosedur

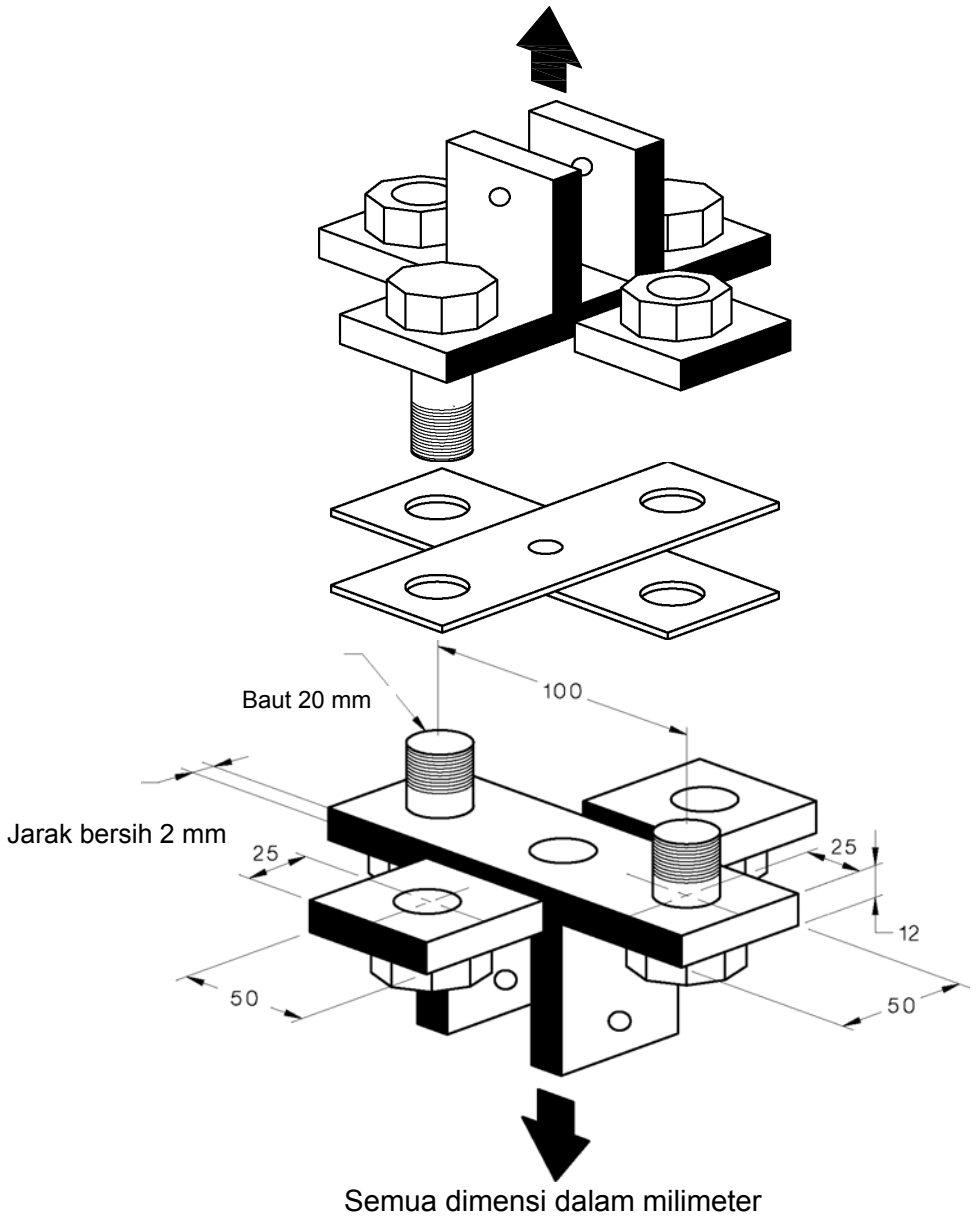
(a) Letakkan spesimen pada alat pemegang dan penjepit.
(b) Bebani spesimen dengan peningkatan yang terkontrol untuk menjamin pengujian terselesaikan dalam rentang waktu antara 30 detik sampai dengan 240 detik.
(c) Hentikan pengujian jika beban maksimum telah tercapai dan beban sudah mulai mengecil.
(d) Catat beban maksimum dan pola kegagalan

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

F5 Laporan

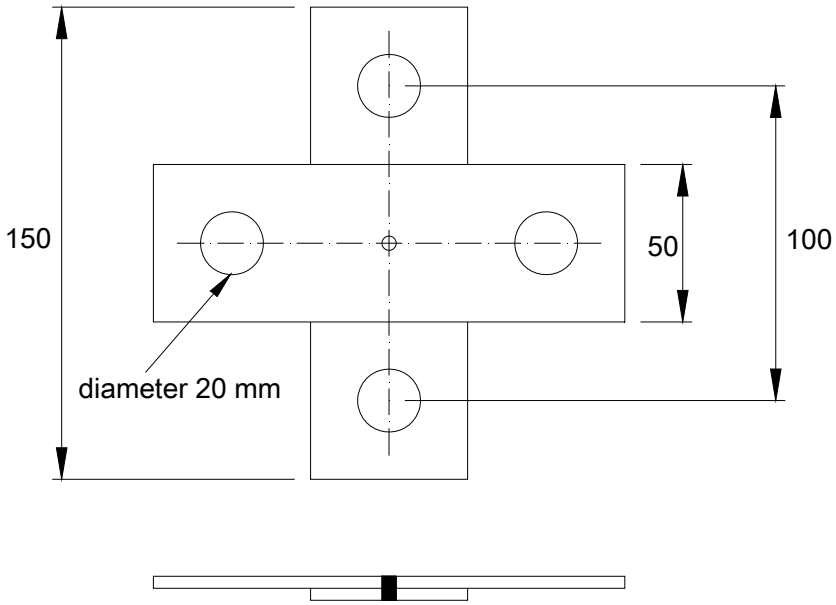
Hal-hal berikut harus dilaporkan :

(a) Nomor dari Standar ini.
(b) Laboratorium pengujian.
(c) Tipe pengujian, geser atau tarik sambungan silang.
(d) Tipe dan properti alat pengencang serta metode pemasangannya.
(e) Tipe dan properti dari material lembaran.
(f) Lama pengujian.
(g) Beban maksimum.
(h) Kurva beban-perpindahan.
(i) Ragam kegagalan.



Gambar F2 - Alat pemegang spesimen uji tarik sambungan silang

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"



Semua dimensi dalam milimeter

Gambar F3 - Spesimen pengujian tarik sambungan silang

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Lampiran G
(informatif)
Bibliografi

AS
2311 Guide to the painting of buildings
2312 Guide to the protection of iron and steel against exterior atmospheric corrosion
AISI Load Factor Resistance Design (LRFD) specification for cold-formed steel structural members.
Part IV : Rational-lateral stiffness test method for beam-to-panel assemblies

ASTM
E9 Test Methods of Compression Testing of Metallic Materials at Room Temperature.

Technical Memoranda Nos 2 dan 3 dari Column Research Council, ‘Notes on Compression Testing of Materials’,dan ‘Stub Column Test Procedure’, dicetak ulang pada Column Research Council Guide to Stability Design Criteria for Metal Structures, Edisi ke-3, 1976.

“Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan”

Lampiran H

(informatif)

Daftar definisi

Aksi (*Action*)
Sekumpulan gaya terpusat atau terdistribusi yang bekerja pada sebuah struktur (aksi langsung), atau deformasi dan constraint yang diberikan oleh struktur (aksi tak langsung).

Alat pengencang satu titik (*Single-point fastener*)
Sambungan mekanis pada suatu titik seperti baut atau paku keling.

Baja yang belum dibentuk (*Unformed steel*)
Produk baja yang diterima dari produsen atau gudang penyimpanan sebelum dikerjakan secara canai dingin sebagai bagian dari proses fabrikasi.

Beban (*Load*)
Gaya yang menimbulkan aksi.

Bengkokan (*Bend*)
Bagian lengkung yang berdampingan dengan elemen lurus yang memiliki rasio radius dalam terhadap ketebalan (r_i / t) maksimum, sebesar 8. (Lihat Gambar 1.1)

Boleh (*May*)
Menunjukkan adanya sebuah pilihan.

Cabut (*Pull-out*)
Kegagalan pada satu titik sambungan dimana bagian alat penyambung yang terbenam dalam lembaran baja, tercabut keluar dari komponen struktur.

Clinching
Sambungan struktural dari dua elemen rata atau lebih melalui embos titik tunggal atau menembus (*piercing*) tanpa menggunakan material tambahan.

Dapat (*Can*)
Berarti kemampuan atau kemungkinan dan merujuk kepada kemampuan dari pengguna Standar, atau sebuah kemungkinan yang ada, atau mungkin terjadi.

Dimensi nominal (*Nominal dimension*)
Dimensi yang sesuai dengan spesifikasi manufaktur.

Efek aksi desain (*Design action effect*)
Efek aksi yang dihitung dari nilai desain dari aksi-aksi atau beban-beban desain.

Elemen (*Elements*)
Bentuk-bentuk sederhana yang membentuk batang struktural canai dingin dan dapat berupa bentuk-bentuk berikut:

(a) Elemen rata : Pada penampang persegi. (Lihat Gambar 1.2)
(b) Bengkokan : Merupakan bagian penampang yang memiliki rasio radius dalam terhadap ketebalan kurang dari atau sama dengan delapan ($r_i / t \leq 8$). (Lihat Gambar 1.2)

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

(c) Elemen lengkung : Merupakan bagian penampang yang memiliki rasio radius dalam terhadap ketebalan lebih dari delapan ($r_i / t > 8$). (Lihat Gambar 1.2)

Elemen tekan dengan pengaku atau diperkaku sebagian (*Stiffened or partially stiffened compression element*)
Sebuah elemen tekan rata (sayap tekan dari komponen struktur lentur atau pelat badan/ sayap dari komponen struktur tekan) dimana kedua tepi sejajar yang searah tegangan diperkaku oleh suatu pelat badan, sayap, pengaku tepi, pengaku antara, atau semacamnya. (Lihat Gambar 1.3(a))

Elemen dengan pengaku majemuk (*Multiple-stiffened element*)
Sebuah elemen dengan pengaku pada pelat badannya menggunakan pengaku antara yang searah dengan arah tegangan. (lihat Gambar 1.3(c))

Elemen tekan lengkung (*Arched compression element*)
Sebuah elemen tekan yang melengkung membentuk lingkaran atau parabola yang memiliki rasio radius dalam terhadap ketebalan lebih besar dari 8, diperkaku pada kedua ujungnya oleh -pengaku tepi. (Lihat Gambar 1.3(d))

Elemen tekan tanpa pengaku (*Unstiffened compression element*)
Elemen tekan rata yang diperkaku hanya pada satu sisi yang sejajar terhadap arah tegangan. (Lihat Gambar 1.3(b))

Faktor daktilitas struktur (*Structural ductility factor*)
Kemampuan gedung dalam menahan perpindahan siklik inelastis.

Faktor kinerja struktur (*Structural performance factor*)
Kemampuan gedung dalam menahan perpindahan siklik.

Faktor reduksi kapasitas (*Capacity reduction factor*)
Sebuah faktor yang harus dikalikan dengan kapasitas nominal untuk mendapatkan kapasitas desain.

Faktor respons struktur (*Structural rensponse factor*)
Tingkat reduksi gaya yang ada pada sebuah sistem dibandingkan dengan sistem struktur elastis.

Gaya dalam - efek internal dari aksi, efek beban (*Action effect*)
Gaya-gaya dalam yang terjadi karena aksi (resultan tegangan).

Gaya dalam nominal atau beban nominal (*Nominal action effect or nominal load*)
Sebuah gaya dalam tak terfaktor atau beban yang ditentukan sesuai dengan Standar pembebanan yang berlaku.

Harus (*Shall*)
Menunjukkan bahwa pernyataan tersebut merupakan keharusan.

Kapasitas desain (*Design capacity*)
Hasil perkalian antara faktor reduksi kapasitas dengan kapasitas nominal.

Kapasitas nominal (*Nominal capacity*)
Kapasitas komponen struktur atau sambungan, yang dihitung menggunakan parameter-parameter yang ditentukan dalam Standar ini.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Kekuatan tarik (*Tensile strength*)
Kekuatan tarik ultimit minimum untuk suatu mutu baja tertentu sesuai dengan standar yang berlaku.

Ketebalan (*Thickness*)
Ketebalan bahan baja dasar (t), tidak termasuk bahan pelapis.

Komponen struktur baja canai dingin (*Cold-formed steel structural members*)
Bentuk-bentuk yang dibuat dengan pons yang dipotong dari lembaran, gulungan atau pelat, atau dengan pembentukan gulungan dan lembaran gilas dingin dan panas; kedua proses pembentukan di atas dilakukan pada suhu ruangan, tanpa adanya pemanasan seperti yang dilakukan pada proses pembentukan dalam canai panas.

Komponen struktur terbreising (*Braced member*)
Komponen struktur yang perpindahan transversal dari salah satu ujungnya tergantung ujung yang lain.

Kondisi batas (*Limit states*)
Kondisi dimana setelah kondisi tersebut struktur sudah tidak lagi memenuhi kriteria desain.
CATATAN: Kondisi batas memisahkan antara kondisi yang diinginkan (memenuhi kriteria) dengan kondisi yang tidak diinginkan (tidak memenuhi kriteria).

Kondisi batas layan (*Limit states, serviceability*)
Kondisi dimana struktur atau elemen struktur sudah tidak memenuhi kriteria layan.

Kondisi batas stabilitas (*Limit states, stability*)
Kondisi dimana struktur tidak memiliki kesetimbangan statis sebagai benda kaku.

Kondisi batas ultimit (*Limit states, ultimate*)
Kondisi dimana struktur mengalami kegagalan, atau bentuk kegagalan lainnya.

CATATAN Kondisi ini biasanya berhubungan dengan ketahanan maksimum sebuah struktur atau elemen struktur dalam menerima beban, tetapi dalam beberapa kasus berhubungan dengan regangan atau deformasi maksimum yang dapat terjadi.

Lebar desain efektif (*Effective design width*)
Lebar efektif atau lebar desain efektif adalah lebar rata dari suatu elemen yang telah dikurangi untuk kepentingan desain.

Lebar pasokan (w_f) (*Feed width*)
Lebar baja rata atau gulungan yang digunakan dalam proses produksi baja canai dingin.

Metode kekuatan langsung (*Direct Design Method*)
Sebuah metode desain alternatif yang memberikan prediksi ketahanan komponen struktur tanpa menggunakan lebar efektif.

Penampang simetris ganda (*Doubly-symmetric section*)
Sebuah penampang yang simetris terhadap dua sumbu tegak lurus melalui titik beratnya. (Lihat Gambar 1.5(a).)

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Panjang - dari sebuah komponen struktur tekan (*Length – of a compression member*)
Panjang aktual (l) dari sebuah komponen struktur tekan yang menerima beban aksial, diambil sebagai jarak antar tumpuan, atau panjang kantilever dalam kasus komponen struktur yang tertumpu bebas.

Penampang simetris titik (*Point-symmetric section*)
Penampang yang simetris terhadap sebuah titik (titik berat) seperti penampang Z yang memiliki pelat-pelat sayap yang sama. (Lihat Gambar 1.5(b))

Penampang simetris tunggal (*Singly-symmetric section*)
Penampang simetris hanya pada satu sumbu yang melalui titik beratnya. (Lihat Gambar 1.5(c))

Pengaku (*Stiffeners*)

Pengaku antara (*Intermediate stiffeners*)
Elemen bentukan, diberikan pada segmen-segmen dengan pengaku majemuk, dan terletak di antara tepi-tepi elemen-elemen yang diperkaku. (Lihat Gambar 1.4(b))

Pengaku tepi (*Edge stiffener*)
Elemen bentukan pada bagian tepi dari elemen tekan rata. (Lihat Gambar 1.4(a))

Prinsip-prinsip desain kapasitas (*Capacity design principles*)
Standar desain material dan aturan pendetailan yang memungkinkan untuk mengidentifikasi daerah dimana respons pasca-elastis dapat diterima dan dilakukan pendetailan yang diperlukan agar daerah-daerah ini mampu untuk menerima kebutuhan inelastik yang disyaratkan.

CATATAN daerah yang lain juga harus didesain agar tidak mengalami respons inelastis yang tidak dikehendaki dan didetail agar dapat menahan deformasi horizontal pada kondisi batas ultimit tanpa ada pengurangan kapasitas terhadap beban ultimit (misalnya lebih besar dari 20%) setelah terjadi empat siklus penuh pembebanan berulang.

Properti baja yang belum dibentuk (*Unformed steel properties*)
Properti mekanis dari baja belum dibentuk, seperti tegangan leleh, kekuatan tarik dan daktilitas.

Segmen - pada komponen struktur yang menerima lentur (*Segment – in a member subjected to bending)*
Panjang antara penampang-penampang yang bersebelahan, yang dikekang secara penuh atau sebagian, atau panjang antara statu ujung yang tidak dikekang dengan penampang di sebelahnya yang dikekang secara penuh atau sebagian.

Seharusnya (*Should*)
Menunjukkan suatu rekomendasi (bukan keharusan).

Sobek (*Pull-over / pull-through*)
Kegagalan pada satu titik sambungan dimana lembaran baja tertarik keluar melewati kepala alat penyambung atau kepala alat penyambung tertarik menembus lembaran baja.

Studi khusus (*Special study*)
Suatu prosedur analisis atau desain struktur, atau keduanya, yang disetujui oleh pihak yang berwenang dan perencana struktur untuk mengontrol desain dan pelaksanaan struktur.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Struktur primer (*Primary structure*)
Sistem struktur yang berfungsi memikul beban-beban gempa yang terjadi.

Sub elemen (*Sub-element*)
Bagian di antara pengaku-pengaku yang bersebelahan, atau di antara pelat badan dan pengaku antara, atau di antara tepi dan pengaku.

Rakitan elemen (*Assemblage of elements*)
Sebuah sistem yang terbentuk dari elemen-elemen baja canai dingin yang saling terkoneksi, yang bekerja bersama-sama untuk menahan beban gempa sedemikian rupa sehingga kapasitas kekuatan dan deformasi sistem tidak dipengaruhi oleh tekuk atau lipat dari salah satu elemen dari rakitan tersebut.

Tegangan leleh (*Yield stress*)
Tegangan tarik leleh minimum untuk suatu mutu baja tertentu sesuai dengan standar yang berlaku.

Tekuk distorsi (*Distortional buckling*)
Sebuah ragam tekuk yang melibatkan perubahan bentuk penampang, tidak termasuk tekuk lokal.

Tekuk lentur-torsi (*Flexural-torsional buckling*)
Ragam tekuk dimana komponen struktur tekan dapat melentur dan memuntir tanpa adanya perubahan bentuk penampang.

Tekuk lokal (*Local buckling*)
Ragam tekuk yang melibatkan lentur pelat setempat tanpa deformasi transversal dari garis atau garis-garis perpotongan pelat-pelat yang berhubungan.

Uji pembuktian (*Proof testing*)
Pengujian beban pada sebuah struktur, sub-struktur, komponen struktur atau sambungan, khusus untuk mengetahui karakteristik struktur dari objek yang diuji tersebut terhadap beban yang diujikan.

Uji prototipe (*Prototype testing*)
Pengujian beban pada satu atau lebih struktur, sub-struktur, komponen struktur atau sambungan, untuk memastikan karakteristik struktur dari kelas/kelompok struktur, sub-struktur, batang atau sambungan yang secara nominal identik dengan unit-unit yang diuji.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Lampiran I

(Informatif)

Daftar padanan peraturan

Tabel I.1 Daftar Padanan Peraturan

No.	AS/NZS		Acuan / Padanan	
1	AS 1110	ISO metric hexagon bolts and screws – Product grades A and B		
2	AS 1110.1	Part 1: Bolts	ISO 4014:2011	Hexagon head bolts – Product grades A and B
3	AS 1110.2	Part 1: Screws	ISO 4017:2011	Hexagon head screws – Product grades A and B
4	AS 1111	ISO metric hexagon bolts and screws – Product grade C		
5	AS 1111.1	Part 1: Bolts	ISO 4016:2011	Hexagon head bolts – Product grade C
6	AS 1111.2	Part 2: Screws	ISO 4018:2011	Hexagon head screws – Product grade C
7	AS 1112	ISO metric hexagon nuts		
8	AS 112.1	Part 1: Style 1 – Product grades A and B	ISO 4032:1999	Hexagon nuts, style 1 – Product grades A and B
9	AS 112.2	Part 2: Style 2 – Product grades A and B	ISO 4033:1999	Hexagon nuts, style 2 – Product grades A and B
10	AS 112.3	Part 3: Product grades C	ISO 4034:1999	Hexagon nuts – Product grade C
11	AS 112.4	Part 4: Chamfered thin nuts – Product grades A and B	ISO 4035:1999	Hexagon thin nuts (chamfered) – Product grades A and B
12	AS 1163	Structural steel hollow sections	ISO 4019:2001	Structural steels – Cold Formed, welded, structural hollow sections – Dimensions and sectional properties
13	AS 1275	Metric screw threads for fasteners	ISO 261:1998	ISO general purpose metric screw threads – General plan
			ISO 262:1998	ISO general purpose metric screw threads -- Selected sizes for screws, bolts and nuts
			ISO 724:1993	ISO general-purpose metric screw threads -- Basic dimensions
14	AS 1391	Tensile Strength or Steel	ISO 6892-1:2009	Metallic materials -- Tensile testing -- Part 1: Method of test at room temperature
			ISO 6892-2:2011	Metallic materials -- Tensile testing -- Part 2: Method of test at elevated temperature

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Tabel I.1 Daftar Padanan Peraturan (lanjutan)

No.	AS/NZS		Acuan / Padanan	
15	AS 1397	Steel Sheet and strip - Hot-dipped zinc-coated or alumunium/zinc-coated	ISO 3575:2011	Continuous hot-dip zinc-coated carbon steel sheet of commercial, lock-forming and drawing qualities
16	AS 3566	Self-drilling screws for the building and construction industries	ISO 4998:2011	Continuous hot-dip zinc-coated carbon steel sheet of structural
17	AS 3566.1	Part 1: General requirement and mechanical properties	ISO 10666:1999	Drilling screws with tapping screw thread -- Mechanical and functional properties
18	AS 3566.2	Part 2: Corrosion reisitance requirement		
19	AS 3623	Domestic metal framing		
20	AS 4040	Methods of testing sheet roof and wall cladding		
21	AS 4040.2	Part 2: Resistance to wind pressure for non-cyclone regions		
22	AS 4291	Mechanical properties of fasteners	ISO 898	Mechanical properties of fasteners
23	AS 4291.1	Part 1:Bolts, screws, and studs	ISO 898-1:2009	Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel -- Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes -- Coarse thread and fine pitch thread
24	AS/NZS 1170	Structural Design Actions		SNI 1727
25	AS/NZS 1170.0	Part 0: General Principles		SNI 1727
26	AS/NZS 1170.1	Part 1: Permanent, imposed, and other actions		SNI 1727
27	AS/NZS 1170.2	Part 2: Wind Actions		SNI 1727
28	AS/NZS 1170.3	Part 3: Snow and ice actions		Tidak relevan
29	AS 1170.4	Part 4: Sructural design actions – Minimum design loads on structures – Earthquake Loads		SNI 1726
30	AS/NZS 1252	High strength steel bolts with associated nuts and washers for structural engineering	ISO 4775:1984	Hexagon nuts for high-strength structural bolting with large width across flats – Product grade B – Property classes 8 and 10

Tabel I.1 Daftar padanan peraturan (lanjutan)

No.	AS/NZS		Acuan / Padanan	
			ISO 7441:1984	Hexagon bolts for high-strength structural bolting with large width across flats (thread lengths according to ISO 888) – Product grade C – Property classes 8.8 and 10.9
			ISO 7415:1984	Plain washers for high-strength structural bolting, hardened, and tempered
31	AS/NZS 1554	Structural steel welding		
32	AS/NZS 1554.1	Part 1: Welding of steel structures		
33	AS/NZS 1554.2	Part 2: Stud welding	ISO 14555:2006	Welding -- Arc stud welding of metallic materials
34	AS/NZS 1554.5	Part 5: Welding of steel structures subjet to high level of fatigue loading		
35	AS/NZS 1559	Hot-dip galvanized steel bolts with associated nuts and washers for tower constructions		
36	AS/NZS 1562	Design and installation of sheet roof and wall cladding		
37	AS/NZS 1562.1	Part 1: Metal		
38	AS/NZS 1594	Hot Rolled Steel Flat Products	ISO 3573:2008	Hot Rolled carbon steel sheet of commercial and drawing qualities
			ISO 4995:2008	Hot Rolled steel sheet of structural quality
			ISO 4996:2007	Hot Rolled steel sheet of high-yield-stress structural quality
			ISO 5951:2008	Hot Rolled steel of higher yield strength with improved formabiity
			ISO 6316:2008	Hot Rolled steel strip of structural quality

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Tabel I.1 Daftar padanan peraturan (lanjutan)

No.	AS/NZS		Acuan / Padanan	
			ISO 6317:2008	Hot Rolled carbon steel strip op commercial and drawing qualities
			ISO 7452:2002	Hot Rolled structural steel plates – Tolerances on dimensions and shape
			ISO 9034:1987	Hot Rolled structural steel wide flats – Tolernces on dimensions and shapes
			ISO 10384:2008	Hot Rolled carbon steel sheet as defined by chemical composition
39	AS/NZS 1595	Cold-rolled, un-alloyed, steel sheet and strip	ISO 3574:2008	Cold-reduced carbon steel sheet of commercial and drawing quality
			ISO 4997:2007	Cold-reduced steel sheet of structural quality
			ISO 5001:2007	Cold-reduced carbon steel sheet for vitreous enamelling
			ISO 5954:2007	Cold-reduced carbon steel sheet to hardness requirements
			ISO 6930	High yield strength flat sheet products for cold forming
			ISO 6932:2008	Cold-reduced carbon steel strip with a maximum carbon content of 0.25%
			ISO 13887:2011	Cold-reduced steel sheet of higher yield strength with improved formability
40	AS/NZS 3678	Structural steel – Hot-rolled plates, floor plates, and slabs	ISO 7452:2002	Hot-rolled structural steel plates -- Tolerances on dimensions and shape
41	AS/NZS 4680	Hot-dip galvanized (zinc) coatings on fabricated ferrous articles	ISO 1461:2009	Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles -- Specifications and test methods
42	NZS 3404	Steel Structures Standards		
43	ANSI/AWS D1.3			
44	AWS C1.1			
45	AWS C1.3	Recommended Practices for Resistance Welding Coated Low Carbon Steel		
46	AWS F114	Industrial Fastener Institute		

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"

Lampiran J

(informatif)

Daftar penyimpangan dan penjelasannya

Tabel J.1 Daftar penyimpangan dan penjelasannya

Uraian/Pasal/Subpasal	Modifikasi
Tabel 1.4	Jumlah siklus fatik 106 diganti menjadi 10^6 (di narasi bahasan dan gambar sudah benar, kesalahan redaksional ini terjadi beberapa kali di Tabel 1.4, dan dikoreksi dengan cara yang sama)
Tabel 1.4	Judul Tabel 4.1 (continued) → menjadi Tabel 1.4 (lanjutan). Nomor tabel pertama sudah benar, hanya pada nomor tabel lanjutan yang keliru, sehingga diubah.
1.6.4.1	Peraturan gempa Australia ditulis tidak relevan
1.6.4.2	Peraturan gempa New Zealand diganti dengan SNI 1726 (Peraturan Pembebanan Gempa Indonesia)
5.3.1(a)	Kata Australia dihapus
5.3.1(b), (c)	Untuk Australia ditulis tidak relevan Untuk New Zealand diadopsi karena lebih ketat dibandingkan syarat untuk Australia (kata-kata New Zealand dihapus)
5.4.2.1	Kata-kata untuk Australia dan New Zealand dihapus, persyaratan diadopsi yang lebih ketat di antara keduanya
5.4.2.4	Kata untuk Australia dihapus
5.5.2.1	Kata-kata untuk Australia dan New Zealand dihapus, persyaratan diadopsi yang lebih ketat di antara keduanya
5.4.2.4	Kata untuk Australia dihapus
Lampiran H	Lampiran tambahan untuk daftar definisi yang diurutkan berdasarkan alfabet Bahasa Indonesia
Lampiran I	Lampiran tambahan untuk padanan peraturan yang diacu terhadap standar ISO
Lampiran J	Lampiran tambahan untuk daftar penyimpangan dan penjelasannya.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di www.bsn.go.id dan tidak untuk di komersialkan"