

Profil pelat dan batang baja struktural paduan karbon rendah yang bermutu tinggi dan pelat baja struktural tempa dingin untuk jembatan

1 Ruang lingkup

Spesifikasi ini mencakup profil baja struktural, pelat dan batang dari karbon dan kuat tinggi campuran rendah dan pelat baja struktural campuran yang dipadamkan dan ditempa untuk penggunaan dalam jembatan. Delapan mutu dimungkinkan untuk empat mutu kuat leleh sebagaimana yang terlihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1 Mutu kuat leleh

Mutu kuat satuan SI	Kuat Leleh, MPa
250	250
345	345
345S	345
345W	345
HPS 345W	345
HPS 485W	485
690	690
690W	690

Mutu 250, 345, 345S, 345W, and 690 dan 690W termasuk dalam ASTM A 36 M, A 572 M, A 992 M, A 558 M, dan A 514 M.

Mutu 345W, HPS 345W, HPS 485W, dan 690W mempertinggi ketahanan korosi atmosfer (Bagian 11.1.2). Ketersediaan produk diperlihatkan dalam Tabel 2

Mutu HPS 485W, 690, atau 690W tidak boleh digantikan untuk Mutu 250, 345, 345W, atau Mutu 345W atau HPS 345W tidak boleh digantikan untuk Mutu 250, 345, atau 345S tanpa perjanjian antara pemesan dan pemasok.

Bila baja dilas, diyakini sebelumnya bahwa prosedur pengelasan yang cocok untuk mutu baja dan yang penggunaannya. Lihat Appendix X3 dari AASHTO M 160M untuk informasi tentang pengelasannya.

Tabel 2 Persyaratan tarik dan kekerasan ^{a)}

Mutu	Ketebalan Pelat	Grup Profil Struktural	Titik Leleh atau Kuat Leleh ^{b)}	Kekuatan Tarik	Perpanjangan minimum, persen				Pengurangan Luasan ^{c),d)} Minimum	Angka Kekerasan Brinell
					Pelat dan Tulangan ^{c),e)}		Profil ^{e)}			
					200 mm	50 mm	200 mm	50 mm		
	mm		MPa	MPa					%	
250	s/d 100	s/d 75 mm	250 min	400 – 550	20	23	20	21 ^{f)}	-	-
		> 75 mm	250 min	400	-	-	20	19	-	-
345	s/d 100	semua	345 min	450	18	21	18	21 ^{f)}	-	-
345S	^{g)}	semua	345-450 ^{h)}	450 ^{h)}			18	21	-	-
345W dan HPS 345W	s/d 100	semua	345 min	485 min	18	21	18	21 ^{f)}	-	-
HPS 485W	s/d 100	^{g)}	485	585 - 760	-	19	-	-	-	-
690 dan 690W	s/d 65	^{g)}	690	760 - 895	-	18 ^{f)}	-	-	^{k)}	235 – 293 ^{l)}
690 dan 690W	65 – 100	^{g)}	620	690 - 895	-	16 ^{f)}	-	-	^{k)}	-

- a) Lihat "Orientasi" dan "Persiapan" pada "Pengujian Tarik" di dalam AASHTO M 160M;
- b) Ukur profil 0,2 persen atau 0,5 persen perpanjangan pada beban yang dijelaskan pada bagian 13 dari T 244;
- c) Perpanjangan dan pengurangan luasan tidak diperlukan untuk ditentukan pada pelat lantai;
- d) Untuk pelat lebih lebar dari 600 mm, pengurangan persyaratan luas yang dapat dipakai dikurangi 5 %;
- e) Untuk pelat lebih lebar dari 600 mm, persyaratan perpanjangan dikurangi 2 %. Lihat penyesuaian persyaratan perpanjangan pada Pengujian Tarik dari AASHTO M 160M;
- f) Perpanjangan 50 mm, Minimum 19 persen untuk profil di atas 75 mm;
- g) Tidak dapat dipakai;
- h) Rasio leleh dengan tarik harus $\leq 0,85$;
- i) Untuk profil WF dengan ketebalan sayap di atas 75 mm, perpanjangan 50 mm dari 18 % penerapan;
- j) Jika diukur pada Gambar 3 (T 244) benda uji dengan lebar 40 mm, perpanjangan ditentukan pada batasan 50 mm termasuk fraktur dan memperlihatkan perpanjangan yang lebih besar;
- k) 40 % penerapan jika diukur pada Gambar 3 (T 244) benda uji 40 mm, 50 % minimum penerapan jika diukur pada Gambar 4 benda uji bundar 12,5 mm;
- l) Diterapkan hanya untuk pelat yang 10 mm dan lebih tipis yang tidak dilakukan pengujian tarik.

Persyaratan tambahan disediakan dimana kualitas internal ditingkatkan dan kekerasan takikan adalah penting. Hal ini harus diterapkan hanya bila dispesifikasikan oleh pemesan kecuali Persyaratan Tambahan S4 atau S5 diharuskan untuk bahan yang ditunjukkan dalam kontrak.

Untuk produk struktural yang dipotong dari produk gulungan dan difernis tanpa perawatan panas atau dengan pelepasan tegangan hanya, persyaratan tambahan M 160M, termasuk persyaratan pengujian tambahan pelaporan pengujian tambahan, penerapan.

2 Acuan normatif

AASHTO M 160 M, *General requirement for steel, plates, shapes, sheet piling, and bars for structural use*

AASHTO T 243 M, *Sampling procedure for impact testing of structural steel*

AASHTO T 244, *Mechanical testing of steel products*

ASTM A 36M, *Specification for carbon structural steel*

ASTM A 435M, *Specification for straight-beam ultrasonic examination of steel plates*

ASTM A 514M, *Specification for high-yield-strength, quenched-and-tempered alloy steel plate, suitable for welding*

ASTM A 572 M, *Specification for high-strength low-alloy columbium-vanadium structural steel*

ASTM A 588 M, *Specification for high-strength low-alloy structural steel with 345 mpa minimum yield point to 100 mm thick*

ASTM A 992 M, *Specification for steel for structural shapes for use in building framing*

ASTM E 112, *Test Methods for determining average grain size*

ASTM G 101, *Guide for estimating the atmospheric corrosion resistance of low-alloy steels*

3 Istilah dan definisi

3.1

austentic

solusi padat dalam besi dari karbon dan kadang-kadang solusi lain yang muncul sebagai unsur pokok baja pada kondisi tertentu

3.2

furnish

.....

3.3

kill

mengakhiri = to put an end to = to check the flow of current through

3.4

campuran (*alloy*)

.....

3.5

ketahanan korosi atmosfer (*atmospheric corrosion resistance*)

.....

3.6

tulangan (*bars*)

.....

3.7

jembatan (*bridges*)

.....

3.8

karbon (*carbon*)

.....

3.9

kuat tinggi (*high-strength*)

.....

3.10

campuran rendah (*low-alloy*)

.....

3.11

pelat (*plates*)

.....

3.12

tempa (*quenched*)

.....

3.13

profil (*shapes*)

.....

3.14

baja (*steel*)

.....

3.15**baja struktural (*structural steel*)**
.....**3.16****dipadamkan (*tempered*)**
.....**3.17****impak (*impact*)**
.....**3.18****fraktur (*fracture*)**
.....**4 Persyaratan umum untuk pengiriman**

- a) Bahan yang dibuat spesifikasi harus memenuhi persyaratan edisi terakhir AASHTO M 160 M untuk produk struktur spesifik kecuali terjadi konflik, dalam hal mana spesifikasi harus berlaku;
- b) Gulungan tidak dimasukkan dalam spesifikasi ini sampai diproses produk struktural yang diselesaikan. Produk struktural yang dipotong dari gulungan dengan panjang tertentu. Produsen bertanggung jawab dalam penyelesaian sampai dengan produk akhir, atau tidak berespon untuk pengiriman, operasi yang terlibat dalam pemrosesan gulungan ke produk struktural. Operasi seperti itu termasuk penggulungan, leveling atau pelurusan, pemprofil panas dan dingin (jika dapat diterapkan), potong ke panjang tertentu, pengujian, pemeriksaan, pengkondisian, perawatan panas (jika dapat diterapkan), pengepakan, penandaan, pengangkutan untuk pengapalan, dan sertifikasi (lihat Catatan 1).

CATATAN 1: Untuk produk struktural dari gulungan dan dibuat tanpa perawatan panas atau dengan hanya pelepasan tegangan, dua hasil pengujian harus dilaporkan untuk setiap gulungan. Persyaratan tambahan untuk produk struktural dari gulungan dijelaskan pada AASHTO M 160M.

5 Bahan dan pabrik pembuatnya

- a) Untuk mutu 250 dan 345, baja harus dihancurkan atau setengah didinginkan;
- b) Untuk mutu 345W, HPS 345W dan HPS 485W, baja dibuat untuk penggunaan praktis dengan butir halus;
- c) Untuk mutu 345S, baja harus didinginkan. Baja yang telah didinginkan harus memenuhi persyaratan baja didinginkan pada laporan pengujian atau dengan melaporkan (*deoxidizer*) yang kuat, sebesar 0,1 persen atau lebih untuk silikon atau 0,015 atau lebih untuk aluminium;
- d) Untuk mutu 345S, baja harus dibuat menggunakan penggunaan praktis pembuatan nitrogen yang tidak lebih besar dari 0,015 persen dan satu atau lebih elemen pengikat nitrogen harus ditambahkan;

- e) Untuk mutu HPS 345W dan HPS 485W, baja harus dibuat menggunakan penggunaan praktis hidrogen kadar rendah, seperti pembuangan gas dengan vakum selama pembuatan baja, peredaman yang diatur untuk ignot dan pelat; pendinginan lambat yang diatur dari ignot, lantai atau pelat atau kombinasi dari semuanya;
- f) Untuk mutu 690 dan 690 W, kebutuhan ukuran butir austenitic pada M 160M harus terpenuhi;
- g) Mutu HPS 345W dan HPS 485W harus difernis pada salah satu kondisi berikut ini: sebagaimana gulungan, penggulangan yang terkendali, proses kontrol mekanis-panas atau dipadamkan dan ditempa.

6 Perawatan panas

- a) Untuk Mutu HPS 345W yang dipadamkan dan ditempa dan HPS 485W, perawatan panas harus dilakukan oleh pembuat dan harus mengandung pemanasan baja tidak lebih dari 900 °C, dipadamkan ke dalam air atau oli, dan ditempa tidak lebih 590 °C. Temperatur untuk merawat panas harus dilaporkan pada sertifikat pengujian;
- b) Untuk Mutu 690 dan 690 W, perawatan panas harus dilakukan dengan pabrik pembuat dan harus termasuk pemanasan baja kurang dari 900 °C, padamkan dalam air atau oli, dan tempa pada 620 °C. Temperatur perawatan panas harus dilaporkan pada sertifikat pengujian.

7 Persyaratan kimia

- a) Analisis panas harus memenuhi persyaratan mutu yang dispesifikasikan pada Tabel 3 s/d 8;
- b) Untuk Mutu 345S, sebagai tambahan elemen yang terdaftar pada Tabel 8, laporan pengujian harus dimasukkan, sebagai informasi, analisis kimia untuk timah. Dimana jumlah timah kurang dari 0,02 persen, harus menjadi diperbolehkan untuk analisis dilaporkan kurang dari 0,02 persen;
- c) Nilai ekuivalen karbon yang diperbolehkan maksimum harus 0,47 persen dari profil struktural dalam Grup 4 dan 5, dan 0,45 persen dari profil struktural lain. Ekuivalen karbon harus didasarkan pada analisis panas. Analisis kimia diperlukan sebagaimana ekuivalen karbon harus dilaporkan. Ekuivalen karbon harus diperhitungkan dengan menggunakan rumusan :

$$CE = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr + Mb + V)}{5} \dots\dots\dots (1)$$

dengan pengertian:

- OE adalah
- C adalah
- Mn adalah
- Cr adalah
- Mb adalah
- V adalah

Tabel 3 Persyaratan kimia mutu 250 (analisis panas)

Ketebalan Produk mm	Semua Profil	Pelat				Tulangan		
		s/d 20 mm	Di atas 20 - 40 mm	Di atas 40 - 65 mm	Di atas 65 - 100 mm	s/d 20 mm	Di atas 20 - 40 mm	Di atas 40 - 100 mm
Karbon, persentase maksimum	0,26	0,25	0,25	0,26	0,27	0,26	0,27	0,28
Mangan, persentase	-	-	0,80 – 1,20	0,80 – 1,20	0,85 – 1,20	-	0,60 – 0,90	0,60 – 0,90
Fosfor, persentase maksimum	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Sulfur, persentase maksimum	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Silikon, persentase maksimum	0,40 maksimum	0,40 maksimum	0,40 maksimum	0,40 maksimum	0,40 maksimum	0,40 maksimum	0,40 maksimum	0,40 maksimum
Tembaga, persentase minimum bila baja tembaga ditentukan	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

Keterangan:

- a) untuk setiap pengurangan 0,01 persen di bawah maksimum karbon yang ditetapkan, peningkatan 0,06 persen mangan di atas maksimum yang ditetapkan akan diizinkan di atas 1,35 persen;
- b) kandungan mangan 0,85% sampai dengan 1,35% dan kadar silikon 0,15% sampai dengan 0,40% diperlukan untuk profil di atas 634 kg/m.

CATATAN 2: Jika "-" muncul pada tabel ini artinya nilai tersebut tidak diperlukan. Analisis panas mangan harus ditentukan dan dilaporkan sebagaimana bagian analisis panas pada M 160M.

Tabel 4 Persyaratan kimia mutu 345 (analisis panas) ^{a)}

Ketebalan Diameter Maksimum atau Jarak antara Muka yang Paralel, mm	Presentase Karbon Maksimum	Persentase Mangan ^{c)} Maksimum	Persentase Fosfor Maksimum	Persentase Belerang Maksimum	Silikon ^{b)}		Columbium, Vanadium, dan Nitrogen
					Pelat dengan Ketebalan sampai 40 mm, profil 634 kg/m Tulangan, Baja Kanal Z, Baja Kanal T yang digilas Persentase maksimum ^{d)}	Pelat dengan Ketebalan di atas 40 mm dan Profil 634 kg/m Persentase	
100	0,23	1,35	0,04	0,05	0,40	0,15 – 0,40	Lihat catatan kaki ^{e)}
<p>a) Belerang bila ditetapkan harus mempunyai kandungan minimum sebesar 0,20 persen dengan analisis panas (0,18 persen analisis produk);</p> <p>b) Kandungan silikon yang melebihi 0,4 persen dengan analisis panas harus dinegosiasikan;</p> <p>c) Mangan, minimum dengan analisis panas 0,80 persen (0,75 persen analisis produk) harus diperlukan untuk semua pelat dengan ketebalan di atas 10 mm, nilai minimum 0,50 persen (0,45 persen analisis produk) harus diperlukan untuk pelat 10 mm dan kurang di dalam ketebalan dan untuk semua produk lain. Rasio mangan terhadap karbon harus kurang dari 2 – 1. Maksimum mangan 1,50 persen diizinkan, dengan pengurangan yang berhubungan dengan maksimum karbon 0,03 persen;</p> <p>d) Tulangan di atas 40 mm diameter, ketebalan, jarak muka yang paralel, harus dibuat dengan cara praktis baja yang dipadamkan;</p> <p>e) Kandungan campuran harus berkenaan dengan salah satu tipe berikut ini, dan kandungan elemen yang dapat diterima harus dilaporkan;</p>							

Tabel 4 (Lanjutan) Persyaratan kimia mutu 345 (analisis panas) ^{a)}

Type	Elemen	Analisis Panas, Persentase
1	Columbium ^{f)}	0,005 – 0,05 ^{g)}
2	Vanadium	0,01 – 0,15
3	Columbium ^{f)}	0,005 – 0,05 ^{h)}
	Vanadium	0,01 – 0,15
	Columbium plus vanadium	0,02 – 0,15 ^{h)}
4	Vanadium	0,01-0,15 ^{h)}
	Nitrogen	0,015 maksimum ⁱ⁾
5	Titanium	0,006 – 0,04
	Nitrogen	0,003 – 0,015
	Vanadium	0,06 maksimum

- f) Columbium harus dibatasi pelat, tulangan, baja kanal Z dan baja kanal T yang digiling Mutu 345 dengan ketebalan maksimum 20 mm dan untuk membentuk Grup 1 dan 2 (Tabel A dari M 160M) kecuali baja yang dipadamkan di-furnish. Baja yang dipadamkan harus ditegaskan dengan sebuah pernyataan dari baja yang dipadamkan pada laporan pengujian, atau pada laporan presentase kuantitas yang cukup dari elemen deoksida yang kuat, seperti silikon pada 0,10 persen, atau alumunium pada 0,015 persen atau lebih tinggi;
- g) Batas analisis produk = 0,004% sampai dengan 0,06%;
- h) Batas analisis produk = 0,01% sampai dengan 0,16%;
- i) Rasio vanadium terhadap nitrogen harus 4 sampai 1 atau lebih besar.

Tabel 5 Persyaratan kimia mutu 345W (analisis panas)

Elemen	Persentase Komposisi ^{a)}		
	Tipe A	Tipe B	Tipe C
Karbon ^{b)}	0,19 maksimum	0,20 maksimum	0,15 maksimum
Mangan ^{b)}	0,80 – 1,25	0,75 – 1,35	0,80 – 1,35
Fosfor	0,04 maksimum	0,04 maksimum	0,04 maksimum
Belerang	0,05 maksimum	0,05 maksimum	0,05 maksimum
Silikon	0,30 – 0,65	0,15 – 0,50	0,15 – 0,50
Nikel	0,40 maksimum	0,50 maksimum	0,25 – 0,50
Kromium	0,40 – 0,65	0,40 – 0,70	0,30 – 0,50
Tembaga	0,25 – 0,40	0,20 – 0,40	0,20 – 0,50
Vanadium	0,02 – 0,10	0,01 – 0,10	0,01 – 0,10
<p>^{a)} Data kemampuan untuk dapat dilas untuk tipe ini dikualifikasikan oleh FHWA untuk penggunaan konstruksi jembatan;</p> <p>^{b)} Untuk setiap pengurangan setiap 0,01 persen di bawah maksimum yang ditetapkan untuk karbon, setiap peningkatan 0,06 di atas nilai maksimum yang ditetapkan untuk mangan diizinkan, lebih besar dari nilai maksimum 1,50%.</p>			

CATATAN 3: Tipe A, tipe B, dan tipe C sebanding dengan masing-masing mutu A, mutu B, dan mutu C pada ASTM A 588

Tabel 6 Persyaratan kimia mutu HPS 345 W dan HPS 485W (analisis panas)

Elemen	Persentase Komposisi
Karbon	0,11 maksimum
Mangan	1,10 – 1,35
Fosfor	0,020 maksimum
Belerang ^{a)}	0,006 maksimum
Silikon	0,30 – 0,50
Tembaga	0,25 – 0,40
Nikel	0,25 – 0,40
Kromium	0,45 – 0,70
Molybdeum	0,02 – 0,08
Vanadium	0,04 – 0,08
Aluminium	0,010 – 0,040
Nitrogen	0,015 maksimum

^{a)} baja harus rawat kalsium untuk pengaturan profil sulfat.

Tabel 7 Persyaratan kimia mutu 345S

Elemen	Persentase Komposisi
Karbon, maksimum	0,23 maksimum
Mangan	0,50 – 1,50 ^{a)}
Silikon, maksimum	0,40
Vanadium, maksimum	0,11 ^{b), c)}
Columbium, maksimum	0,05 ^{b)}
Fosfor, maksimum	0,035
Sulfur, maksimum	0,045
Tembaga, maksimum	0,60
Nikel, maksimum	0,45
Kromium, maksimum	0,35
Molybdenum, maksimum	0,15
<p>a) Sediakan rasio mangan terhadap belerang kurang dari 20 : 1, batas minimum untuk mangan untuk profil Grup 1 harus 0,3%;</p> <p>b) Jumlah columbium dan vanadium tidak boleh melebihi 0,15%;</p> <p>c) Bila vanadium ditambahkan hanya sebagai elemen pengingat nitrogen (pada 4.3), nitrogen harus dilaporkan dan rasio vanadium terhadap nitrogen harus 4:1 atau lebih besar jika kandungan nitrogen 0,012%.</p>	

Tabel 8 Persyaratan kimia mutu 690 dan 690W (analisis panas)

Ketebalan Maksimum, mm	Persentase Tipe A 32	Persentase Tipe B 32	Persentase Tipe C 32	Persentase Tipe E ^{a)} 32	Persentase Tipe F ^{a)} 65	Persentase Tipe H 50	Persentase Tipe J 32	Persentase Tipe M 50	Persentase Tipe P ^{a)} 100	Persentase Tipe Q ^{a)} 100
Karbon	0,15 – 0,21	0,12 – 0,21	0,10 – 0,20	0,12 – 0,20	0,10 – 0,20	0,12 – 0,20	0,12 – 0,21	0,12 – 0,21	0,12 – 0,21	0,14 – 0,21
Mangan	0,80 – 1,10	0,70 – 1,00	1,10 – 1,50	0,40 – 0,70	0,60 – 1,00	0,95 – 1,30	0,45 – 0,70	0,45 – 0,70	0,45 – 0,70	0,95 – 1,30
Fosfor, maksimum	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
Belerang, maksimum	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
Silikon	0,40 – 0,80	0,20-0,35	0,15 – 0,30	0,20 – 0,40	0,15 – 0,35	0,20 – 0,35	0,20 – 0,35	0,20 – 0,35	0,20 – 0,35	0,15 – 0,35
Nikel	-	-	-	-	0,70 – 1,00	0,30 – 0,70	-	1,20 – 1,50	1,20 – 1,50	1,20 – 1,50
Kromium	0,50 – 0,80	0,40 – 0,65	-	1,40 – 2,00	0,40 -0,65	0,40 – 0,65	-	-	0,85 – 1,20	1,00 – 1,50
Molybdeum	0,18 – 0,28	0,15 - 0,25	0,15 – 0,30	0,40 – 0,60	0,40 – 0,60	0,20 – 0,30	0,50 – 0,65	0,45 – 0,60	0,45 – 0,60	0,40 – 0,60
Vanadium	-	0,03 – 0,08	-	^{b)}	0,03 – 0,08	0,03 – 0,08	-	-	-	0,03 – 0,08
Titanium	-	0,01- 0,03	-	0,01 – 0,10	-	-	-	-	-	-
Zirkonium	0,05 – 0,15 ^{c)}	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tembaga	-	-	-	-	0,15 – 0,50	-	-	-	-	-
Boron	0,025 maksimum	0,0005 – 0,005	0,001 – 0,005	0,001 – 0,005	0,0005 – 0,006	0,0005 – 0,005	0,001 – 0,005	0,001 – 0,005	0,001 – 0,005	-

a) Tipe E, F, P, dan Q memenuhi persyaratan ketahanan korosi atmosfer sesuai dengan Bagian 11.1.2;

b) Mungkin dapat digantikan untuk semua kandungan titanium dengan dasar satu banding satu;

c) Zirkonium mungkin digantikan dengan cerium. Bila cerium ditambahkan, rasio cerium/belerang seharusnya kira-kira 1,5:1, berdasarkan pada analisis panas.

CATATAN:

1. Dimana "-" muncul di dalam tabel artinya tidak diperlukan
2. Tipe A, B, C, E, F, H, J, M, P dan Q sebanding dengan masing-masing Mutu A, B, C, E, F, H, J, M, P dan Q pada ASTM A 514

8 Persyaratan tarik

- a) Bahan sebagaimana yang ditampilkan oleh benda uji pengujian, kecuali yang dispesifikasikan pada butir 7.2, harus memenuhi persyaratan sifat-sifat tarik pada Tabel 2;
- b) Untuk Mutu 250 profil kurang dari 645 pada penampang dan tulangan, selain yang berbentuk datar dengan ketebalan kurang dari 12,5 mm perlu untuk diperuntukan bagi pengujian tarik oleh pabrik pembuat.

9 Persyaratan kekerasan brinell untuk mutu 690 dan 690 W

Untuk pelat dengan ketebalan 10 mm atau lebih tipis, pengujian kekerasan Brinell mungkin digunakan selain pengujian tarik setiap pelat per 1 lot. Satu lot harus berisi pelat dari pemanasan dan ketebalan yang sama, perawatan panas yang terjadual dan kondisi sebelumnya yang sama dan mungkin tidak melebihi 15 Mgram dalam massa. Pengujian kekerasan Brinell harus dibuat untuk setiap pelat tanpa tarik yang diuji dan harus memenuhi persyaratan yang diperlihatkan pada Tabel 2.

10 Benda uji dan jumlah pengujian tarik

- a) Untuk mutu 250, 345, dan 345W, dan Mutu HPS 345W, dan HPS 485W yang tidak dipadamkan dan tidak ditempa, lokasi dan kondisi, jumlah pengujian, dan persiapan benda uji harus memenuhi persyaratan M 160M;
- b) Persyaratan berikut yang mana sebagai tambahan dalam M 160M harus diterapkan hanya untuk Mutu 690 dan 690 W dan Mutu HPS 345W dan 485 W yang ditempa dan dipadamkan;
- c) Jika memungkinkan, semua benda uji pengujian harus dipotong dari pelat pada kondisi perawatan panas. Jika diperlukan untuk mempersiapkan benda uji pengujian dari bagian yang terpisah, semua bagian harus dalam ketebalan penuh dan harus sama dan simultan dirawat panas dengan bahan tersebut. Semua bagian yang terpisah tersebut harus pada ukuran tertentu sehingga benda uji pengujian yang dipersiapkan bersih dari semua variasi sifat-sifat yang disebabkan efek ujung;
- d) Sesudah perawatan panas akhir pelat tersebut, satu benda uji pengujian tarik harus diambil dari sebuah sudut setiap pelat sebagai perawatan panas (kecuali ditetapkan pada 9).

CATATAN: Istilah "pelat" mengidentifikasi "pelat yang dirawat panas".

11 Pengujian kembali

- a) Mutu 250, 345, 345S, dan 345W, dan Mutu HPS 345W dan HPS 485W yang tidak ditempa dan tidak dipadamkan harus diuji kembali sesuai dengan M 160M;
- b) Pelat mutu 690 dan 690W yang diperuntukkan pengujian kekerasan Brinell untuk memenuhi persyaratan kekerasan, pada pilihan pabrikan, mungkin diperuntukkan pada pengujian tarik dan harus diterima jika hasilnya dipastikan dengan persyaratan Tabel 2;
- c) Pabrikan mungkin memanaskan pelat-pelat ditempa dan dipadamkan yang mungkin gagal untuk memenuhi persyaratan sifat-sifat mekanik spesifikasi ini. Semua pengujian sifat-sifat harus diulang bila bahan dimasukkan untuk pemeriksaan.

12 Ketahanan korosi atmosfer

Baja yang memenuhi spesifikasi ini menyediakan dua mutu ketahanan korosi atmosfer:

- a) mutu baja tanpa suffix menyediakan sebuah mutu ketahanan korosi atmosfer tipikal dari baja karbon tanpa tembaga;
- b) baja untuk mutu 345W, HPS 345W dan HPS 485W harus mempunyai indeks ketahanan korosi atmosfer 6,0 atau lebih tinggi, diperhitungkan dari analisis panas sesuai dengan ASTM G 101 (lihat Catatan 3). Bila sesuai untuk udara terbuka, baja ini dapat tidak diberi lapisan pelindung untuk banyak penerapan. Baja untuk Mutu 690W menyediakan mutu yang lebih baik dari ketahanan korosi atmosfer di atas baja campuran tanpa tembaga.

13 Penandaan

Sebagai tambahan untuk persyaratan penandaan M 160M, identifikasi bahan harus juga termasuk tipe komposisi untuk Mutu 345W, 690, dan 690W.

14 Persyaratan tambahan

Persyaratan lain selain yang diperlihatkan dalam bagian mungkin berupa subyek yang ditetapkan dengan perjanjian antara pemasok dan pemesanan. Sebagai tambahan, persyaratan tambahan berikut ini juga cocok untuk penggunaan dengan spesifikasi.

14.1 Frekuensi pengujian tarik

Pengujian tarik yang disyaratkan sebagai tambahan pada pengujian tarik oleh M 160M harus dibuat sebagai berikut:

- a) pelat - sebuah pengujian tarik mungkin menggunakan benda uji pengujian diambil dari setiap pelat yang dirol atau dirawat panas;
- b) profil struktural - pengujian tarik harus dibuat menggunakan benda uji pengujian yang diambil tiap 5 Mgram bahan yang diproduksi pada penggilingan yang sama dari ukuran nominal yang sama, tidak termasuk panjang, dari setiap pemanasan baja. Setiap profil tunggal yang melebihi 5 Mgram dalam satuan massa harus diuji. Jika profil dirawat panas, satu pengujian harus dibuat pada benda uji yang diambil dari setiap pemanasan ukuran nominal yang sama, tidak termasuk panjang, pada setiap kumpulan tungku;
- c) tulangan - Sebuah pengujian tarik harus dibuat menggunakan benda uji pengujian diambil dari setiap 5 Mgram dari pemanasan dan diameter atau ketebalan yang sama jika bahan dilengkapi sebagai yang dirol atau dirawat panas pada tungku tipe menerus. Untuk bahan yang dirawat panas pada tungku yang tidak menerus, sebuah pengujian harus diambil dari setiap pemanasan dari diameter atau ketebalan tulangan yang sama untuk setiap beban tungku.

14.2 Pengujian ultrasonik

Rujuk ke S8 dari AASHTO M 160M.

14.3 Kekuatan tarik maksimum (kelas 345, 345W dan 345 S)

Rujuk ke S18 dari AASHTO M 160M.

14.4 Kritikal non fraktur, T, bahan, pengujian ketahanan dan penandaan

Persyaratan tambahan harus dispesifikasikan bila bahan dari komponen pemikul beban utama terkena tegangan tarik dimanfaatkan penerapan kritikal non fraktur, didefinisikan oleh AASHTO. Pesanan harus menandakan zona pengujian, sebagaimana yang ditentukan pada Tabel 9. (Zona adalah dalam hubungan temperatur layan ambien terendah untuk zona yang mana bahan akan digunakan)

Pengujian takikan V charpy mungkin diadakan sehubungan dengan AASHTO T 243M. Hasil pengujian harus memenuhi persyaratan Tabel 10.

Tabel 9 Zona temperatur pengujian impact

Zona	Temperatur layan minimum °C
1	- 18
2	Di bawah – 18 sampai dengan -34
3	Di bawah – 34 sampai dengan -51

Tabel 10 Persyaratan pengujian tumbukan yang kritikal tidak fraktur

Mutu	Ketebalan, mm dan Metode penyambungan	Energi rata-rata minimum, J		
		Zone 1	Zone 2	Zone 3
250 T ^{a)}	s/d 100, sambungan mekanis atau dilas	20 pada 21°C	20 pada 4°C	20 pada -12°C
345T ^{a), b)} , 345S ^{a)} 345WT ^{a), b)}	s/d 50, sambungan mekanis atau dilas	20 pada 21°C	20 pada 4°C	20 pada -12°C
	Di atas 50 s/d 100, sambungan mekanis	20 pada 21°C	20 pada 4°C	20 pada -12°C
	Di atas 50 s/d 100, dilas	27 pada 21°C	27 pada 4°C	27 pada -12°C
HPS 345 WT ^{a), b)}	s/d 100, sambungan mekanis atau dilas	27 pada -12°C	27 pada -12°C	27 pada -12°C
HPS 485 WT ^{c), d)}	s/d 100, sambungan mekanis atau dilas	34 pada -23°C	34 pada -23°C	34 pada -23°C
690T, 690WT ^{c)}	s/d 65, sambungan mekanis atau dilas	34 pada -1°C	34 pada -18°C	34 pada -34°C
	Di atas 65 s/d 100, sambungan mekanis	34 pada -1°C	34 pada -18°C	34 pada -34°C
	Di atas 65 s/d 100, dilas	48 pada -1°C	48 pada -18°C	48 pada -34°C

^{a)} Pengujian impact CVN harus merupakan pengujian frekuensi panas "H" sesuai dengan T 243M;

^{b)} Jika titik leleh bahan melebihi 450 MPa, temperatur pengujian untuk energi rata-rata minimum yang diperlukan harus dikurangi dengan nilai 8 °C untuk setiap kenaikan 70 MPa di atas 450 MPa. Titik leleh merupakan nilai yang diberikan pada sertifikat "Laporan Pengujian Pabrik";

^{c)} Pengujian tumbukan CVN harus merupakan pengujian frekuensi pelat "P" sesuai dengan T 243M

^{d)} Jika kuat leleh bahan melebihi 585 MPa, temperatur pengujian untuk energi rata-rata minimum yang diperlukan harus dikurangi dengan 8 °C untuk setiap peningkatan 70 MPa di atas 585 MPa. Kuat leleh merupakan nilai yang diberikan oleh " Laporan Pengujian Pabrik".

Bahan mungkin ditandai dengan huruf T dan nomor zona (1,2, atau 3) mengikuti peruntukan mutu.

14.5 Kritikal Fraktur,F, Bahan, Pengujian Ketahanan dan Penandaan

- a) Persyaratan tambahan harus dispesifikasikan bila bahan dari komponen pemikul beban utama terkena tegangan tarik dimanfaatkan penerapan kritikal non fraktur, didefinisikan oleh AASHTO. Pesanan harus menandakan zona;
- b) Persyaratan tambahan harus ditetapkan bila bahan dimanfaatkan pada penerapan kritikal fraktur sebagaimana yang didefinisikan oleh AASHTO. Pesanan harus menandai zona pengujian sebagaimana yang ditentukan pada Tabel 9. (Zona adalah dalam hubungan dengan temperatur layan ambien terendah untuk zona yang mana bahan akan digunakan);
- c) Pengujian takikan V charpy harus diadakan sesuai dengan T 243M. Hasil pengujian harus memenuhi persyaratan Tabel 11;
- d) Bahan harus ditandai dengan huruf F dan nomor zona (1,2, atau 3) mengikuti peruntukan mutu.

Tabel 11 Persyaratan pengujian untuk tumbukan yang kritical fraktur ^{a)}

Mutu	Ketebalan, mm dan metode penyambungan	Energi nilai Pengujian minimal, Joule ^{b)}	Energi rata-rata minimum ^{b)} , Joule		
			Zona 1	Zona 2	Zona 3
250 F	s/d 100, sambungan mekanis atau dilas	27	34 pada 21°C	34 pada 4°C	34 pada -12°C
345F ^{c)} , 345S, 345WF ^{c)}	s/d 50, sambungan mekanis atau dilas	27	34 pada 21°C	34 pada 4°C	34 pada -12°C
	Di atas 50 s/d 100, sambungan mekanis	27	34 pada 21°C	34 pada 4°C	34 pada -12°C
	Di atas 50 s/d 100, dilas	33	41 pada 21°C	41 pada 4°C	41 pada -12°C
HPS 345 WF ^{c)}	s/d 100, sambungan mekanis atau dilas	33	41 pada -12°C	41 pada -12°C	41 pada -12°C
HPS 485 WF ^{d)}	s/d 100, sambungan mekanis atau dilas	38	48 pada -23°C	48 pada -23°C	48 pada -23°C
690F, 690WF	s/d 65, sambungan mekanis atau dilas	38	48 pada -1°C	48 pada -18°C	48 pada -34°C
	Di atas 65 s/d 100, sambungan mekanis	38	48 pada -1°C	48 pada -18°C	48 pada -34°C
	Di atas 65 s/d 100, dilas	39	61 pada -1°C	61 pada -18°C	Tidak diizinkan

- a) Bagian kritical fraktur atau komponen anggota didefinisikan oleh AASHTO sebagaimana anggota tarik atau komponen tarik anggota yang memiliki kegagalan akan diharapkan untuk hasil dari keruntuhan jembatan;
- b) Pengujian tumbukan CVN harus merupakan frekuensi profil "P" yang berhubungan dengan T 243M kecuali untuk pelat Mutu 250F, 345F, 345WF, HPS 345WF, dan HPS 485WF, untuk mana benda uji harus dipilih sebagai berikut:
- 1) sebagaimana pelat yang digiling (termasuk penggilingan yang diatur dan TCMP) harus dicoba pada setiap akhir dari setiap pelat sebagaimana yang digiling;
 - 2) pelat yang dinormalkan harus dicoba pada satu akhir pelat sebagaimana yang dipanaskan;
 - 3) pelat yang ditempa dan dipadamkan harus dicoba pada setiap akhir pelat sebagaimana yang dipanaskan.
- c) Jika titik leleh bahan melebihi 450 MPa, temperatur pengujian untuk energi rata-rata minimum dan energi nilai pengujian minimum yang diperlukan harus dikurangi 8 °C untuk setiap peningkatan 70 MPa di atas 450 MPa. Titik leleh adalah nilai yang diberikan pada "Laporan Pengujian Pabrik";
- d) Jika titik leleh bahan melebihi 585 MPa, temperatur pengujian untuk energi rata-rata minimum dan energi nilai pengujian minimum yang diperlukan harus dikurangi 8 oC untuk setiap peningkatan 70 MPa di atas 585 MPa. Titik leleh adalah nilai yang diberikan pada "Laporan Pengujian Pabrik".

14.6 Ukuran butiran austentic halus

Baja harus dipadamkan dan mempunyai ukuran butiran austentic halus.

14.7 Ketahanan korosi atmosfer

Bila ditentukan, pabrikan bahan harus memenuhi bukti pemesan kepuasan ketahanan korosi atmosfer pemesanan.

Merujuk pada S23 dari AASHTO M 160M (dapat diterapkan Mutu 250, 345, dan 690)

14.8 Batasan pada perbaikan las (hanya untuk bahan kritical fraktur)

Perbaikan las logam dasar oleh pembuat atau pemasok bahan tidak diperkenankan. Persyaratan tambahan standar untuk penggunaan pada pilihan pemesan yang terdaftar pada AASHTO M 160M.