

Roda sarana perkeretaapian

(ISO 1005-6:1994, MOD)

Pengguna dari RSNI ini diminta untuk menginformasikan adanya hak paten dalam dokumen ini, bila diketahui, serta memberikan informasi pendukung lainnya (pemilik paten, bagian yang terkena paten, alamat pemberi paten dan lain-lain)

Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	iii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
4 Klasifikasi	3
4.1 Kelas baja	3
4.2 Jenis kondisi perlakuan panas pada saat pengiriman	3
4.3 Kategori pengujian	4
4.4 Tingkat <i>finishing</i>	4
4.5 Kategori toleransi	4
5 Persyaratan mutu	4
5.1 Komposisi kimia	4
5.2 Sifat mekanik	4
5.3 Tampak luar dan <i>soundness</i>	4
5.4 Kelonggaran permesinan dan toleransi dimensi	4
5.5 Ketidakseimbangan residu (<i>Residual Imbalance</i>)	5
5.6 Penandaan	5
6. Fabrikasi	7
6.1 Proses <i>Steelmaking</i>	7
6.2 Proses fabrikasi	7
6.3 Perbaikan bagian yang cacat	8
6.4 Identifikasi roda selama pembuatan	8
6.5 Perlakuan panas	8
6.6 Permesinan dan koreksi ketidakseimbangan	8
6.7 Perbaikan cacat permukaan	9
6.8 <i>Shot peening</i>	9
7. Inspeksi	10
7.1 Tanggung jawab dan jenis inspeksi	10
7.2 Inspeksi fabrikasi	10
7.3 Inspeksi karakteristik roda	10
7.4 Pengajuan untuk inspeksi oleh pembeli	11
7.5 Sertifikasi	11
7.6 Jumlah pengecekan dan pengujian	12

RSNI3 9263:2024

7.8 Metode pengujian.....	15
7.9 Pengujian ulang.....	15
7.10 Kesimpulan inspeksi.....	16
8 Pengiriman	16
8.1 Proteksi terhadap korosi selama pengangkutan	16
8.2 Proteksi terhadap kerusakan mekanis selama transportasi	16
Lampiran A (Normatif) Prosedur <i>shot peening</i> permukaan <i>web</i> roda	24
A.1 Umum	24
A.2 Intensitas <i>peening</i>	24
A.3 <i>Strip</i> pengujian.....	24
A.4 Perlengkapan penjepit.....	24
A.5 Lokasi <i>strip</i> pengujian pada roda	25
A.6 Cakupan	25
A.7 Pengukuran tinggi busur.....	25
A.8 Frekuensi pengujian.....	25
A.9 Pengujian ulang	25
A.10 <i>Peening</i> ulang	25

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) 9263:2024, dengan judul Roda Sarana Perkeretaapian yang dalam bahasa Inggris berjudul “*Rolling Stock Wheels*” merupakan standar yang disusun dengan jalur adopsi tingkat keselarasan modifikasi dari ISO 1005-6:1994 dengan judul *Rolling Stock material – Part 6 : Solid wheels for tractive and trailing stock – Technical delivery Conditions*. SNI ini merupakan revisi dari SNI 11-1079-1989 dengan judul Kasut toda untuk kereta gerbong dan lokomotif dan SNI 11-1080-1989 dengan judul Roda pejal (solid) baja karbon untuk kereta gerbong dan lokomotif, yang disusun dengan

Standar ini dirumuskan oleh Komite Teknis 45-01, Sarana Perkeretaapian, yang telah dibahas melalui rapat teknis, dan disepakati dalam rapat konsensus pada tanggal 25 Juli 2024 di Bandung. Konsensus ini dihadiri oleh para pemangku kepentingan (*stakeholders*) yang berkaitan yaitu perwakilan dari produsen, konsumen, pakar, dan pemerintah.

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

Modifikasi pada standar ini adalah sebagai berikut:

1. Menyesuaikan acuan normatif terhadap referensi terbaru
2. Menambahkan persyaratan mutu pada pasal 5.3.2 terkait metode uji magnetic particle berdasarkan referensi AAR M107/M208

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

Roda Sarana Perkeretaapian

1 Ruang lingkup

1.1 Standar ini menetapkan persyaratan untuk pembuatan dan pemasokan roda sarana perkeretaapian yang dirol, ditempa atau dicor dari bahan baja non paduan untuk sarana berpengerak dan sarana tanpa pengerak sesuai dengan Tabel 1 dan pasal 4.

CATATAN 1 Penyusunan Standar Internasional untuk persyaratan material, pengujian dan dimensi komponen wheelset dan *wheelset* rakitan sulit dilakukan dikarenakan perbedaan perkembangan kereta yang telah dicapai, baik dalam arti komersial dan operasi, di berbagai belahan dunia. Bentuk-bentuk perkembangan yang berbeda ini dikelompokkan, misalnya, oleh sistem perkeretaapian di mana layanan kargo terintegrasi dengan layanan penumpang yang intensif dan mungkin berkecepatan tinggi dan oleh sistem yang sebagian besar didedikasikan untuk pengangkutan kargo. Infrastruktur dari kedua sistem ini biasanya berbeda, dan kebijakan ini dan komersial dapat menentukan praktik yang diadopsi oleh mereka dalam desain wheelset dalam hal material dan karakteristik geometris.

Bagian yang relevan dari standar ini mengakui, atau dalam revisi di masa mendatang mengakui, perbedaan ini dengan menyediakan dalam pasal yang relevan dua kategori bahan dan persyaratan pengujian kualitas terkait yang ditetapkan sebagai kategori pengujian A dan B dan dua kategori toleransi untuk dimensi persyaratan yang ditunjuk sebagai Y dan Z.

Perbedaan yang sangat jelas antara kategori A dan B adalah bahwa sifat mekanik ditentukan

- pada kategori A, berdasarkan uji tarik dan uji impak;
- pada kategori B, berdasarkan uji kekerasan.

Perbedaan antara nilai toleransi kategori Y dan Z diberikan

- untuk roda solid dalam ISO 1005-8: 1986 (lihat terutama Tabel 4);
- untuk wheelset dalam ISO 1005-7.

Sampai saat ini, dimungkinkan untuk mengklarifikasi secara rinci kondisi di mana satu atau kategori pengujian dan toleransi lainnya lebih dipilih. Namun, sebagai pedoman umum harus diperhatikan

- bahwa kombinasi pengujian kategori A dengan kategori toleransi Y biasanya diterapkan pada sistem perkeretaapian di mana operasi penumpang yang rutin atau berkecepatan tinggi lebih dominan;
- bahwa kombinasi kategori pengujian B dan kategori toleransi Z biasanya diterapkan pada sistem perkeretaapian di mana operasi angkutan kargo lebih dominan; dan
- bahwa kombinasi akhir dari kategori akan diserahkan kepada kebijakan pembeli.

1.2 Selain standar ini, persyaratan ISO 404 dapat diterapkan.

2 Acuan normatif

Standar berikut berisi ketentuan yang, melalui referensi dalam teks ini, merupakan ketentuan standar ini. Pada saat publikasi, edisi yang ditayangkan adalah valid. Semua Standar dapat direvisi, dan para pihak yang terlibat pada perjanjian berdasarkan standar ini didorong untuk menyelidiki kemungkinan penerapan edisi terbaru dari Standar yang ditunjukkan di bawah ini. Anggota IEC dan ISO memelihara daftar Standar Internasional yang berlaku saat ini.

ISO 148-1, Metallic materials — Charpy pendulum impact test — Part 1: Test method

ISO 377, Steel and steel products — Location and preparation of samples and test pieces for mechanical testing

ISO 14284, Steel and iron — Sampling and preparation of samples for the determination of chemical composition

ISO 404, Steel and steel products — General technical delivery requirements

ISO 1005-8:1986, Railway rolling stock material - Part 8: Solid wheels for tractive and trailing stock - Dimensional and balancing requirements.

ISO/TS 4949:2016, Steel names based on letter symbols.

ISO 4960, Steel strip, cold-reduced with a mass fraction of carbon over 0,25 %F

ISO 5948, Railway rolling stock material - Ultrasonic acceptance testing.

ISO 6506-1, Metallic materials — Brinell hardness test — Part 1: Test method

ISO 6892-1, Metallic materials — Tensile testing — Part 1: Method of test at room temperature

ISO 6933, Railway rolling stock material -Magnetic particle acceptance testing.

ISO/TR 9769:2018, Steel and iron - review of available methods of analysis.

ISO 10474, Steel and steel products — Inspection documents

3 Informasi yang disediakan oleh pembeli

Pembeli harus memberikan informasi berikut dalam pengadaan dan pemesanan:

- a) jumlah roda yg dipesan, berdasarkan standar ini;
- b) kelas baja (lihat 4.1 dan Tabel 1);
- c). jenis perlakuan panas (lihat 4.2 dan 6.5);
- d) kategori pengujian (lihat 4.3 dan 7.3.1);
- e) dimensi roda (lihat 5.4);
- f) tingkat *finishing* dan kategori toleransi (lihat 4.4 dan 4.5).

Alternatif tertentu diizinkan, dan oleh karena itu pembeli dapat menyatakan hal berikut dalam pengadaan dan pemesanannya:

- g) jika, untuk roda yang akan dikirim dalam kondisi *normalized* atau *quenched* dan *tempered*, diperlukan jumlah fosfor dan sulfur yang lebih rendah (lihat Tabel 1, catatan kaki ⁴⁾);
- h) jika ukuran *tape* (keliling) harus diukur dan ditandai (lihat 5.6 dan 7.8.4);
- i) jika ada tanda khusus yang diperlukan (lihat 5.6);
- j) jika, untuk roda dicor, diperlukan proses pembuatan tertentu (lihat 6.2.2);
- k) jika *shot peening* diperlukan (lihat 6.8);

- l) Apabila uji opsional dan pengecekan harus dilakukan dan, jika demikian, yang mana (lihat Tabel 2), bersama dengan informasi tambahan berikut:
- dalam kasus uji survei kekerasan: apabila total kedalaman keausan selain dari 35 mm (lihat 7.7.3.4);
 - dalam hal uji *balancing* statik: apakah jumlah dan posisi ketidakseimbangan residu harus ditandai (lihat 5.6) dan apakah, dalam kasus sarana tanpa penggerak, metode koreksi selain yang ditentukan dalam 6.6 dapat diterapkan;
- m) jika pemeriksaan dimensi opsional diperlukan dan, jika demikian, jumlah roda yang akan diperiksa (lihat Tabel 2, catatan kaki ⁸⁾);
- n) jika, untuk inspeksi manufaktur dan berbagai persyaratan mutu, tanggung jawab harus disertakan selain yang ditentukan dalam 7.1.1, paragraf terakhir;
- o) jika perlindungan terhadap korosi diperlukan dan, jika demikian, metode yang akan digunakan (lihat 8.1).

CATATAN 1 Pasal khusus atau bagian pasal, atau persyaratan dalam Tabel 1 dan 2, yang menuju pada pilihan antara dua atau lebih alternatif yang terbuka dalam sebuah perjanjian yang diminta oleh pembeli pada saat pengadaan dan pemesanan ditandai dengan huruf miring. Jika tidak ada perjanjian seperti itu, alternatif yang ditunjukkan sebagaimana normal harus berlaku.

4 Klasifikasi

Roda pejal diklasifikasikan menurut kelas baja, kondisi perlakuan panas pada saat pengiriman, kategori pengujian, tingkat finishing, kategori toleransi dan persyaratan opsional lainnya [lihat poin g) sampai o) pada pasal 3].

4.1 Kelas baja

Standar ini mencakup kelas baja berikut ini, sesuai dengan sifat yang diberikan pada Tabel 1:

- a) roda dirol atau ditempa: Kelas C pada Tabel 1;
- b) roda dicor: Kelas GC pada Tabel 1.

4.2 Jenis kondisi perlakuan panas pada saat pengiriman

Tergantung pada perjanjian pemesanan, roda disediakan melalui

- a) melalui proses *normalized* atau *normalized* dan *tempered* (Simbol N); atau
- b) *rim* melalui proses *quenched* dan *tempered*¹⁾ sesuai dengan 6.5.2 (Simbol T)²⁾.

Untuk kasus tertentu yang penggunaannya yang tidak terlalu kritis, roda dirol atau ditempa juga dapat dikirim tanpa perlakuan panas (tanpa Simbol). Pada kasus ini, sifat mekanik harus disepakati pada saat pengadaan dan pemesanan.

Dalam kasus khusus, roda melalui proses *quenched* dan *tempered* celup juga dapat disediakan (Simbol E, lihat paragraf kedua terakhir pada pendahuluan).

¹ Pada edisi pertama dari ISO 1005-6:1982, kondisi perlakuan panas ini menggunakan istilah "*surface treated*". Istilah "*treated hardened*" juga sering digunakan untuk kondisi ini

² Simbol T dimungkinkan berubah di masa depan

4.3 Kategori pengujian.

Roda dapat disuplai sesuai dengan kategori pengujian A dan B (untuk rincian lihat catatan 1 dalam 1.1 dan Tabel 2).

4.4 Tingkat *finishing*

Lihat ISO 1005-8 untuk definisi "*unmachined*", "*rough machined*", "*half finished*", "*finished*" dan "*ready for assembly*".

4.5 Kategori toleransi

Lihat ISO 1005-8 dan catatan 1 pada 1.1.

5 Persyaratan mutu

5.1 Komposisi kimia

5.1.1 Komposisi kimia roda harus memenuhi persyaratan yang diberikan dalam Tabel 1.

5.1.2 Kecuali ada kesepakatan lain, persyaratan mutu untuk hasil analisis produk, harus dipertimbangkan untuk sesuai dengan ketika hasil analisis coran sesuai dan relevan dengan spesifikasi dalam Tabel 1.

5.2 Sifat mekanik

Sifat mekanik roda harus memenuhi persyaratan yang diberikan dalam Tabel 1.

5.3 Tampak luar dan *soundness*

5.3.1 Umum

5.3.1.1 Roda harus di-*sound* seluruhnya dan tanpa cacat yang merugikan pada saat digunakan.

5.3.1.2 Bagian yang masih berwarna hitam (tanpa permesinan) harus berbaur dengan halus ke setiap bagian yang dengan permesinan.

Permukaan-permukaan yang dengan permesinan harus sesuai dengan ISO 1005-8., kecuali ditentukan lain dalam pesanan atau dokumen yang ditambahkan.

5.3.2 Standar penerimaan untuk pengujian partikel magnetik

Saat pengujian partikel magnetik sesuai dengan ISO 6933 diperlukan (lihat Tabel 2), penolakan terhadap indikasi diskontinuitas partikel magnetik harus dilakukan jika indikasi permukaan pelat memiliki panjang 6,35 mm(1/4 in) atau lebih pada arah mana pun. Diskontinuitas dapat dihilangkan dengan pemesisinan jika stok masih mencukupi. Roda tersebut harus diuji ulang dengan pemeriksaan partikel magnetik

5.3.3 Standar Penerimaan untuk Pengujian ultrasonik

Ketika pengujian ultrasonik diperlukan (lihat Tabel 2), standar penerimaan yg digunakan ditentukan dalam ISO 5948, kecuali disepakati lain pada waktu pengadaan dan pemesanan

5.4 Kelonggaran permesinan dan toleransi dimensi

Untuk kelonggaran pemesisinan (*machining allowances*), dan toleransi dimensi, lihat ISO 1005-8.

5.5 Ketidakseimbangan residu (*Residual Imbalance*)

Ketika ketidakseimbangan residu akan diperiksa (lihat Tabel 2), hasilnya harus sesuai dengan persyaratan ISO 1005-8 dan ketidakseimbangan harus ditandai sesuai dengan 5.6.

5.6 Penandaan

Setiap roda harus dilengkapi dengan tanda sebagaimana ditentukan dalam dokumen pemesanan atau dokumen yang ditambahkan.

Kecuali ditentukan lain, setiap roda harus menerima tanda berikut:

- a) tanda pabrikan;
- b) nomor pengecoran, atau nomor seri yang dapat diidentifikasi untuk setiap pengecoran;
- c) kelas baja dan kondisi perlakuan panas (lihat 4.2), termasuk, jika perlu, kategori pengujian dan / atau kategori toleransi;
- d) tanggal fabrikasi (bulan dan dua angka terakhir tahun pembuatan);
- e) tanda inspektur penguji, jika roda sesuai dengan 7.9;
- f) jika ketidakseimbangan statis akan diperiksa (lihat Tabel 2); posisi ketidakseimbangan dan, jika ditetapkan, nilai ketidakseimbangan residu;
- g) penandaan ukuran keliling, jika ini harus diukur (lihat 7.8.4).

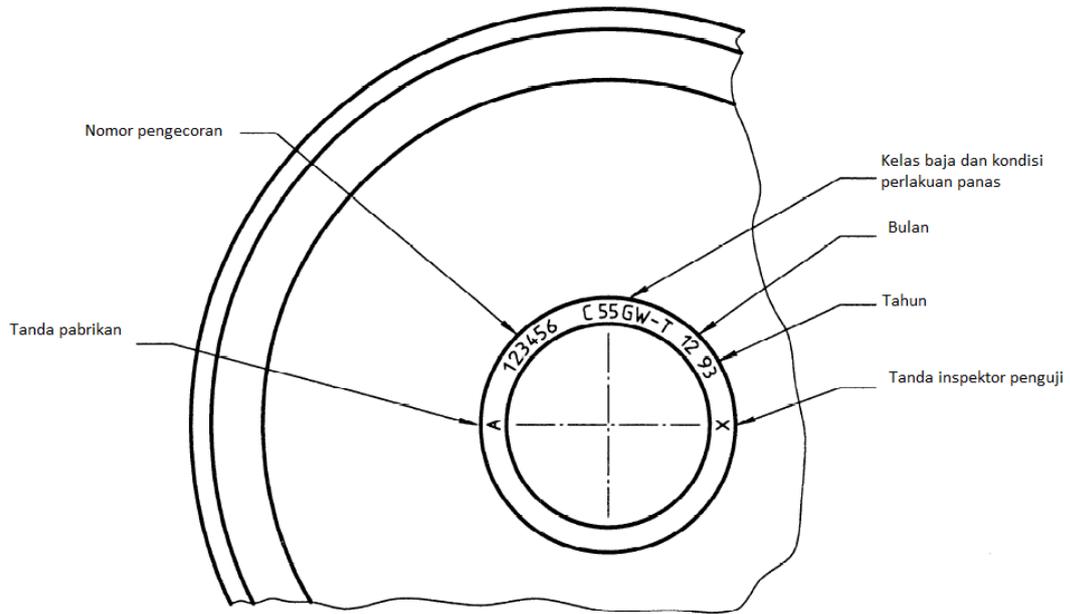
Kecuali ditentukan lain, posisi dan jenis tanda harus sebagai berikut (untuk contoh, lihat Gambar 1 dan 2).

Tanda yang berkaitan dengan a) sampai e), dalam hal penandaan, harus dibuat pada permukaan hub, kecuali jika tidak ditentukan dalam pesanan. Tanda dengan bentuk karakter sudut tajam harus tidak digunakan (lihat 6.4). Dalam kasus roda dicor, tanda yang berkaitan dengan a) hingga d) dapat dibuat langsung pada proses pengecoran dan tanda inspektur penguji dicap di bagian belakang (misal. di bagian dalam) dari web.

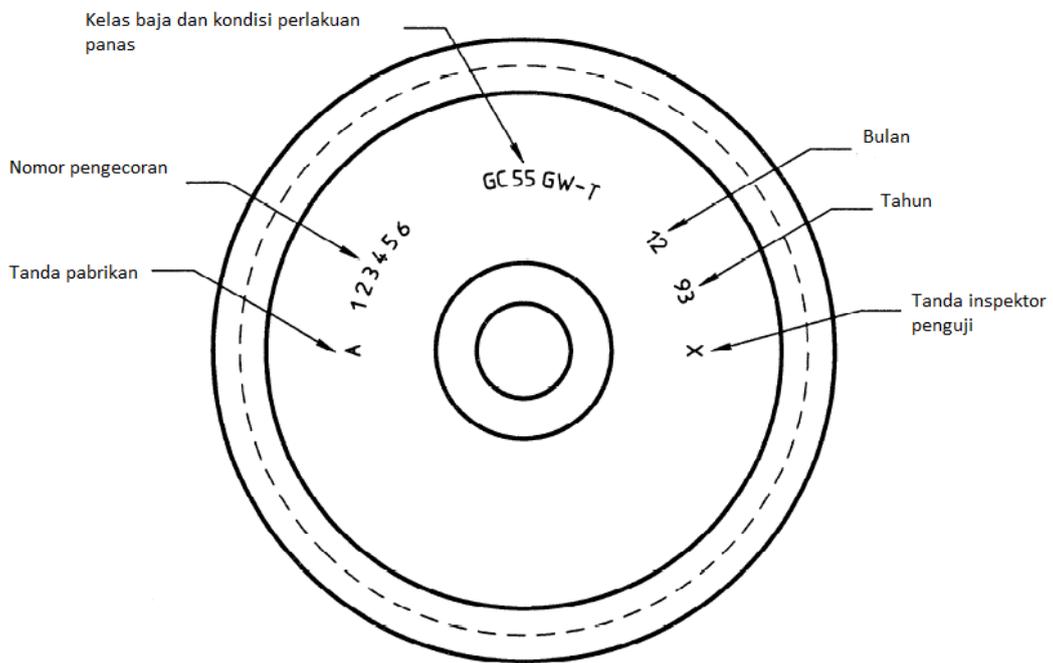
Jika uji keseimbangan statis disetujui pada saat pengadaan dan pemesanan, posisi ketidakseimbangan harus ditunjukkan dengan cat berwarna yang sesuai dalam garis radial dengan lebar sekitar 15 mm. Bila diperlukan, nilai ketidakseimbangan harus diberikan, dalam gram meter dengan angka dicat di bawah ujung garis.

Jika pengukuran ukuran keliling telah disepakati pada saat pengadaan dan pemesanan, ukuran keliling harus dicat dengan jelas di web dan karakter setidaknya 25 mm tingginya.

Permukaan roda tidak boleh memiliki tanda pada posisi selain yang ditentukan dalam pesanan atau dokumen yang ditambahkan.



Gambar 1 – Contoh penandaan rodal diroll, ditempa atau dicor dengan *stamping* (lihat 5.6)



Gambar 2 – Contoh penandaan alternatif roda dicor dengan karakter (lihat 5.6)

6. Fabrikasi

6.1 Proses *Steelmaking*

Roda harus dibuat dari baja yang diproduksi oleh proses *basic-oxygen*, perapian terbuka, atau proses *electric-arc*; proses lain dapat digunakan berdasarkan kesepakatan antara produsen dan pembeli.

Baja harus diproses/dilebur didalam tungku atau di ladle dan akan dilakukan pengecoran secara *bottom-poured* ladle atau kountinu, kecuali jika ada persetujuan lain.

6.2 Proses fabrikasi

6.2.1 Roda dirol atau ditempa

Roda yang dirol atau ditempa harus difabrikasi dari *ingot* (*Raw Material* Batangan) atau *blooms* (*Raw Material* Pejal) yang mampu menghasilkan dua roda atau lebih setelah penghilangan material pengotor/sisa. *Raw material* batangan satuan khusus hanya dapat digunakan dengan persetujuan sebelumnya dari pembeli. Pemotongan dan perbaikan harus cukup untuk menghilangkan bagian yang kurang bagus (*Unsound section*) dari *raw material* batangan (lihat juga 6.3).

Bagian dari *ingot* (*Raw Material* Batangan) atau *blooms* (*Raw Material* Pejal) harus ditempa, ditusuk dan dibentuk kasar oleh *jack hammer* atau mesin *press*. Proses pengerjaan akhir akan dibentuk dengan mesin rol atau dengan *die forging* ditambah dengan pembentukan yang menyesuaikan ukuran jika perlu.

Tindakan pencegahan yang sesuai harus dilakukan selama pengerjaan panas yang bertujuan untuk menghindari kerusakan material oleh pertumbuhan butir yang berlebihan dan oleh cacat lain yang disebabkan oleh pemanasan berlebih.

CATATAN 3 Untuk tujuan di atas, suhu kerja panas dan waktu penahanan pada suhu ini tidak boleh berlebihan. Sebagai pedoman, kerja panas tidak boleh dilakukan pada suhu di atas 1260 °C dan harus dibatasi antara 850 °C dan 1000 °C.

Setelah proses penempaan atau pengerollan, dan jika memungkinkan, dilakukan proses pembentukan dan stamping sebagai tanda identifikasi, roda harus dibiarkan dingin. Jika baja belum dilakukan proses *degassing* (penghilangan gas), tindakan pencegahan yang sesuai yang mungkin harus dilakukan termasuk misalnya pendinginan lambat, untuk menghindari pembentukan flakes (*hydrogen cracking*).

6.2.2 Roda cor

Roda cor harus diproduksi dengan menuangkan logam ke dalam rongga cetakan untuk menghasilkan kontur roda yang diperlukan, sesuai dengan proses yang dapat diterima oleh pembeli dan dengan mempertimbangkan persyaratan ISO 1005-8. Bagian atas cetakan harus memiliki beberapa *riser* (penambah), untuk mensuplai cairan logam kedalam produk roda selama proses solidifikasi dan untuk menghasilkan produk yang bagus (*sound casting*).

Roda cor harus dibiarkan dingin dalam cetakan sampai benar-benar padat. Setelah pembongkaran dari cetakan, tindakan pencegahan yang sesuai harus dilakukan untuk memastikan bahwa roda tidak rusak karena pendinginan yang terlalu cepat. Jika baja belum dilakukan proses *degassing* (penghilangan gas), tindakan pencegahan yang sesuai, yang mungkin termasuk misalnya pendinginan lambat, harus dilakukan untuk menghindari pembentukan flakes (*hydrogen cracking*).

6.3 Perbaiki bagian yang cacat

Bagian yang cacat yang tidak memenuhi karakteristik *casting* yang baik (*soundness*) yang ditentukan dalam 5.3 harus diperbaiki sebelum atau selama pembuatan roda.

6.4 Identifikasi roda selama pembuatan

Semua *ingot*, bagian dan roda harus ditandai dengan tepat pada setiap tahap fabrikasi, sebelum pengiriman, setiap roda dapat diidentifikasi sebagaimana ditentukan dalam 5.6. Jika tanda identifikasi di-stamp secara berbeda dari tanda identifikasi akhir yang didefinisikan dalam 5.6, tanda tersebut harus cukup dangkal untuk tetap tidak terlihat pada hasil akhir produk roda.

6.5 Perlakuan panas

6.5.1 Roda harus dilakukan perlakuan panas yang ditentukan dalam pesanan atau dokumen tambahannya (lihat 4.2)

6.5.2 Roda dengan *rim quenched and tempered* (T) atau *quenched* dan *tempered* celup (E) harus dipanaskan secara seragam hingga mencapai suhu yang sesuai untuk memperbaiki struktur butiran, dan kemudian harus dilakukan *quenched* pada bagian yang di *machining* (*rim*). Setelah proses *quenching*, roda harus ditempatkan dalam tungku untuk proses *tempering* agar memenuhi persyaratan Tabel 1, dan kemudian didinginkan di bawah kondisi yang terkendali.

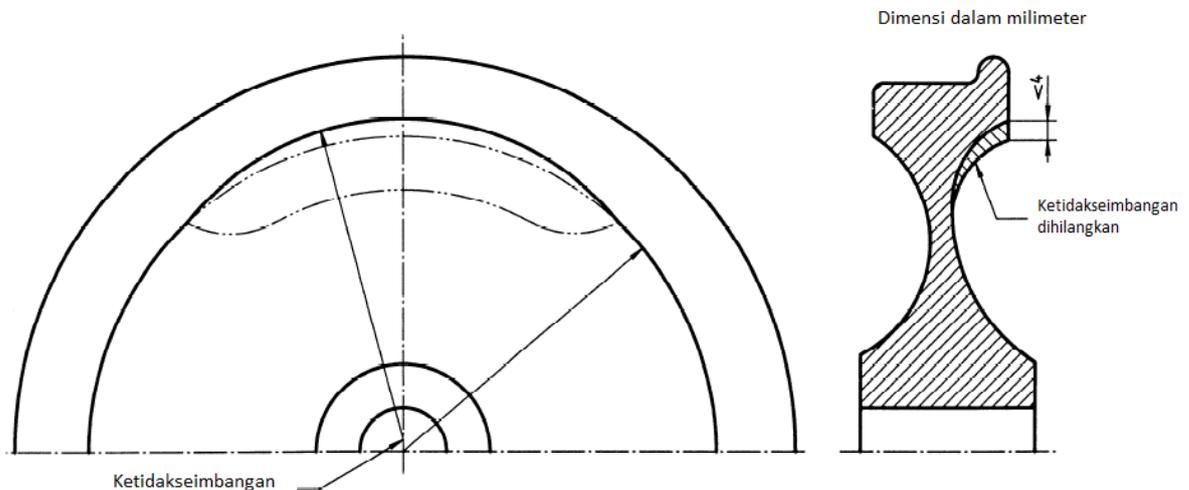
6.6 Permesinan dan koreksi ketidakseimbangan

Kondisi untuk *machining* harus dipilih sehingga roda memenuhi persyaratan untuk kualitas permukaan dan toleransi dalam 5.3 dan ISO 1005-8.

Kecuali jika ada ketentuan lain, koreksi ketidakseimbangan dapat diperoleh dengan mengupas pusat dari radius antara bagian yang tidak di *machining* (*web*) dan bagian yang di *machining* (*rim*), pada sisi *flange* atau bagian dalam roda (lihat Gambar 3). Ketebalan logam yang dimesin tidak boleh melebihi 4 mm, dan permukaan yang di *machining* harus di *blended* dengan hati-hati ke permukaan yang berdekatan dan memenuhi persyaratan kekasaran permukaan pada ISO 1005-8.

Dalam kondisi apapun, bobot tambahan tidak dapat dipasang.

Pengeboran lubang untuk *balancing* tidak diizinkan untuk roda sarana berpengerak. Perjanjian sebelumnya oleh pembeli harus diperoleh jika metode keseimbangan ini akan digunakan untuk roda sarana tanpa pengerak.



Gambar 3 – Contoh koreksi ketidakseimbangan

6.7 Perbaikan cacat permukaan

6.7.1 Perbaikan yang diizinkan

Dengan pengecualian pada bagian penampang jadi yang tidak diizinkan lagi ada pengerjaan ulang, cacat dangkal dapat dihilangkan sebelum *balancing* statis dan *shot peening* dengan pengikisan atau permesinan atau dengan gerinda halus, asalkan tidak ada retak panas yang dihasilkan, bahwa toleransi dimensi dipertahankan, dan bahwa permukaan yang telah diampelas disamakan dengan hati-hati ke permukaan yang berdekatan. Bila perlu, harus dipastikan dengan cara yang tepat, misalnya dengan uji partikel magnetik (MPI), bahwa setiap cacat dihilangkan sepenuhnya.

6.7.2 Perbaikan yang tidak diizinkan

Setiap jenis pengelasan, perlakuan dengan gas *torch*, pemanasan, pembakaran elektrik, pengisian dengan metalisasi, elektrolitik atau endapan kimia, dll., dan setiap pengerjaan ulang dengan tujuan untuk menyembunyikan cacat, adalah tidak diizinkan dan harus mengakibatkan penolakan pada saat uji unit lengkap.

6.8 Shot peening

Ketika *shot peening* ditentukan, permukaan bagian yang tidak dilakukan permesinan (*web*) harus diproses *shot peening* sesuai dengan prosedur yang ditentukan dalam lampiran A. *Shot peening* harus dilakukan setelah persiapan korektif permukaan pada area *web*.

Tampilan permukaan yang telah diproses *shot peening*, selain dari *web*, harus tidak menjadi penyebab untuk penolakan.

7. Inspeksi

7.1 Tanggung jawab dan jenis inspeksi

7.1.1 Inspeksi untuk memastikan kesesuaian dengan metode fabrikasi (lihat pasal 6) dan dengan persyaratan mutu (lihat pasal 5) dapat dilakukan semua

a) di bawah inspeksi yang didelegasikan oleh departemen pabrikan yang terqualifikasi (lihat catatan 4); atau

b) di hadapan pembeli, perwakilan pabrikan atau badan yang ditunjuk olehnya.

Kecuali ditentukan lain dalam pemesanan, inspeksi metode fabrikasi harus dipertimbangkan untuk didelegasikan ke departemen pabrikan yang terqualifikasi, dan persyaratan mutu pengujian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2, kolom 5.

CATATAN 4 Istilah "departemen terqualifikasi" menunjukkan, di sini dan pada teks berikut, departemen pengujian dan sertifikasi dari pabrik yang independen dari departemen fabrikasinya yang diotorisasi, sesuai dengan ISO 10474, untuk menerbitkan sertifikat inspeksi tipe 3.1.B.

7.1.2. Pendelegasian inspeksi oleh pembeli kepada departemen pabrikan yang terqualifikasi tidak menghilangkan hak pembeli untuk memantau efektivitas kontrol fabrikasi dan metode pengujian serta inspeksi.

Dalam hal ini, ia harus diizinkan untuk menyaksikan setiap pengujian yang dilakukan di bawah tanggung jawab pabrikan dan untuk menginspeksi hasil yang direkam.

7.2 Inspeksi fabrikasi

Meskipun inspeksi fabrikasi sebagai tanggung jawab departemen pabrikan yang terqualifikasi atau pembeli, hal berikut ini harus berlaku.

7.2.1 Pabrikan harus memberi tahu pembeli tentang proses utama yang akan digunakan dalam menyelesaikan pesanan, dan harus memberi tahu pembeli tentang setiap perubahan mendasar yang akan diajukannya yang dapat mempengaruhi kualitas roda dan mengacu pada perjanjian sebelumnya.

Jika inspeksi tetap menjadi tanggung jawab pembeli, perwakilannya harus diizinkan menginspeksi proses fabrikasi yang digunakan dalam rangka memastikan kesesuaian dengan persyaratan standar ini dan perjanjian sebelumnya.

7.2.2 Pada saat pengajuan untuk penerimaan, pabrikan harus menyatakan bahwa persyaratan fabrikasi dari standar ini telah dipenuhi (lihat 7.5).

7.3 Inspeksi karakteristik roda

7.3.1 kategori dan jenis pengujian

Standar ini membedakan antara kategori pengujian A dan kategori pengujian B.

Tabel 2 menentukan jenis uji yang termasuk dalam kategori pengujian ini dan apakah uji ini wajib atau opsional.

7.3.2 Unit uji

Untuk setiap jenis pengujian, Tabel 2, kolom 7 menentukan komposisi unit uji untuk jenis pengujian yang relevan, berdasarkan karakteristik fabrikasi roda.

Untuk inspeksi khusus sifat-sifat mekanik, setiap unit ujinya dibuat dari roda yang diproduksi dari pengecoran dan perlakuan panas yang sama. Dimungkinkan termasuk roda dengan bentuk yang berbeda. Dalam hal pengujian roda kategori A, semua roda unit uji untuk pengujian sifat mekanik harus memiliki diameter nominal dan bagian *rim* yang sama. Dalam hal pengujian roda kategori B, unit uji dapat terdiri dari roda dengan diameter nominal dan bagian *rim* yang berbeda, dengan satu uji kekerasan dilakukan untuk setidaknya satu roda per diameter nominal dan bagian *rim*.

7.3.3 Kondisi roda saat diajukan untuk inspeksi

Saat diajukan untuk inspeksi, kondisi roda harus memenuhi persyaratan Tabel 2, kolom 6.

7.4 Pengajuan untuk inspeksi oleh pembeli

7.4.1 Pembeli atau perwakilannya atau badan yang ditunjuk olehnya [lihat 7.1.1 b)] harus, jika perlu, diberitahukan secara tertulis (lihat 7.5.2) tanggal pengajuan untuk inspeksi, yang menyatakan nomor referensi pesanan dan jumlah roda unit uji yang dibuat untuk menguji sifat mekanik.

7.4.2 Jika inspeksi, yang dilakukan setelah permesinan sesuai dengan Tabel 2, kolom 6, sebagai tanggung jawab pembeli [lihat 7.1.1 b)], maka pabrikan dapat mengajukan material dalam dua tahapan:

- a) setelah perlakuan panas akhir tetapi sebelum pemesinan; dan
- b) dalam kondisi pengiriman akhir.

7.5 Sertifikasi

7.5.1 Meskipun inspeksi fabrikasi merupakan tanggung jawab departemen pabrikan yang terqualifikasi atau pembeli, pabrikan harus menyatakan bahwa persyaratan fabrikasi dari standar ini telah dipenuhi. Sertifikat akhir uji juga harus mencakup hasil pengujian berikut:

- analisis kimia;
- uji tarik (hanya untuk pengujian kategori A);
- uji dampak (hanya untuk kategori pengujian A);
- uji survei kekerasan, jika ini diperlukan (hanya untuk pengujian kategori A);
- kekerasan *rim* dari setiap roda yang diuji (hanya untuk kategori pengujian B);
- kekerasan dari setiap roda yang diuji, jika uji keseragaman kekerasan pada *rim* diperlukan.

Selanjutnya, sertifikat harus mencakup pernyataan bahwa hasil dari pengujian dan pengecekan wajib lainnya dan dari hasil dari pengujian dan pengecekan opsional yang dipesan (lihat Tabel 2) telah sesuai dengan persyaratan.

7.5.2 Pabrikan harus memberikan sertifikat yang relevan untuk pengujian dan pengecekan yang menjadi tanggung jawabnya, pada waktu berikut:

- a) jika dia melimpahkan tanggung jawab untuk semua pengujian, pada saat pengiriman;
- b) jika roda diajukan dalam satu tahap untuk diinspeksi oleh pembeli, perwakilannya atau badan yang ditunjuknya, pada saat pengajuan untuk inspeksi;
- c) jika, sesuai dengan 7.4.2, roda diserahkan dalam dua tahap untuk diinspeksi oleh pembeli, perwakilannya atau badan yang ditunjuk olehnya:
 - untuk pengujian dan pengecekan yang akan dilakukan,
 - setelah perlakuan panas akhir tetapi sebelum permesinan: pada saat pertama pengajuan untuk diinspeksi,
 - jika tidak, pada saat pengajuan akhir untuk pengujian.

7.6 Jumlah pengecekan dan pengujian

Jumlah roda per unit uji yang akan dilakukan pengecekan dan jumlah pengujian per roda diberikan dalam Tabel 2, kolom 8 dan 9.

7.7 Pengambilan sampel dan persiapan sampel dan potongan uji

7.7.1 Umum

7.7.1.1 Dalam kasus dimana tidak setiap roda harus diuji (lihat Tabel 2, kolom 8), inspektur harus memilih secara acak roda yang diperlukan untuk pengujian.

7.7.1.2 Jika pengujian tegangan sisa diperlukan, pengujian ini harus dilakukan sebelum memotong segmen sampel untuk pengujian yang lain.

7.7.1.3 Ketika potongan uji diambil dari roda, inspektur harus menjabarkan, pada setiap roda yang dipilih untuk pengujian, segmen sampel mana dari potongan uji yang harus dipotong (lihat Gambar 4).

7.7.1.4 Kecuali ditentukan lain, persiapan dan identifikasi sampel dan benda uji harus dilakukan sesuai dengan persyaratan ISO 377 dan ISO 14284.

7.7.1.5 Tanda *marking* dan *stamping* inspektur pada sampel dan benda uji harus dipertahankan dan tidak boleh, kecuali disetujui sebaliknya, diubah kecuali di hadapannya.

7.7.2 Analisis produk

Ketika analisis produk akan dilakukan, tergantung pada pilihan pabrikan dan sesuai dengan ISO 14284, sampel harus diambil dari lokasi berikut:

- a) dalam hal roda pengujian kategori A, dari salah satu roda yang dipilih untuk pengujian mekanis,
 - 1) baik dari spesimen mewakili bagian radial roda, atau
 - 2) dari potongan uji tarik yang diambil dari Posisi 1 pada Gambar 4;
- b) dalam hal roda pengujian kategori B, dari bahan di lubang.

Namun, dalam kasus perselisihan, hanya ketentuan dalam a) 1) harus berlaku.

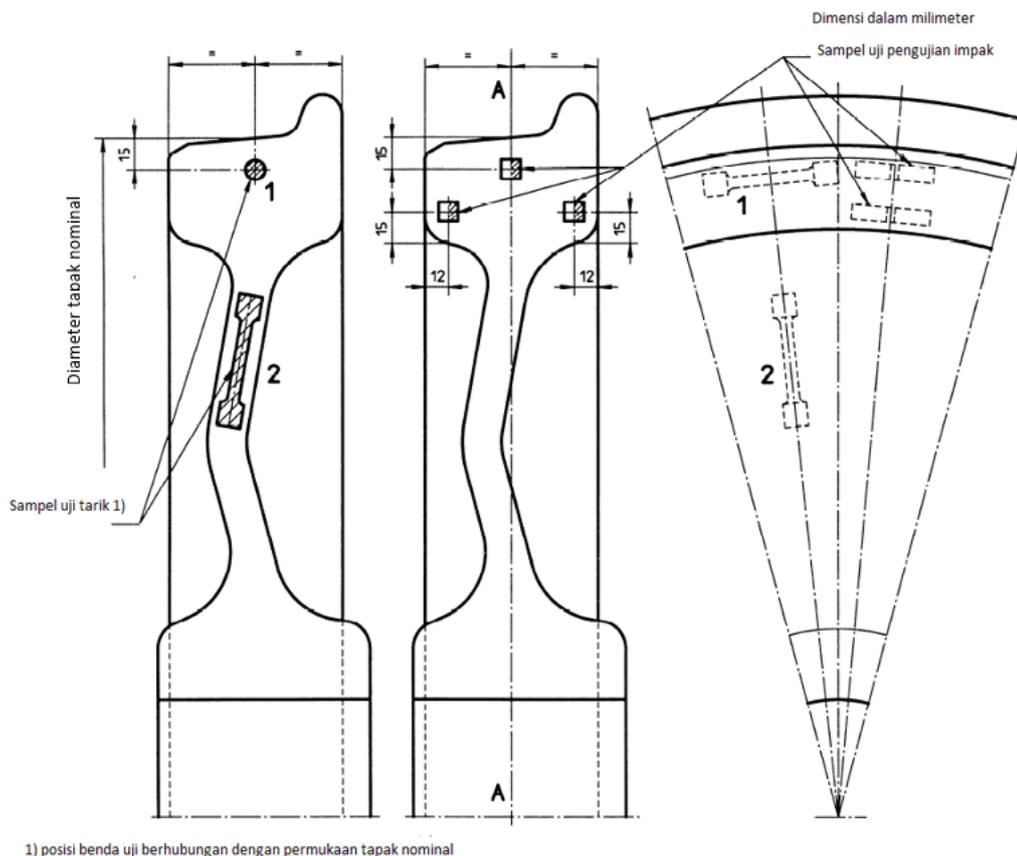
7.7.3 Pengujian mekanis

7.7.3.1 Uji tarik

Satu benda uji harus diambil dari setiap roda uji dari posisi 1 dari sampel seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

Dalam hal *rim quenched* dan *tempered* (T), satu potongan uji tarik lebih lanjut harus diambil dari Posisi 2 yang ditunjukkan pada Gambar 4.

Potongan uji harus disiapkan sesuai dengan persyaratan ISO 6892-1, potongan uji sebaiknya memiliki diameter setidaknya 10 mm dengan pengukur. panjangnya 5 (lima) kali diameter.



Gambar 4 – Posisi sampel uji tarik dan impact

7.7.3.2 Pengujian impact (Takik)

Tiga potongan uji harus diambil dari sampel pada posisi yang ditunjukkan pada Gambar 4. Potongan pengujian impact harus ditandai untuk mengidentifikasi permukaan longitudinal mereka yang sejajar dengan poros AA (lihat Gambar 4). Potongan uji harus disiapkan sesuai dengan persyaratan ISO 148-1. Sumbu memanjang dari dasar silinder takik harus sejajar dengan gandar AA pada Gambar 4.

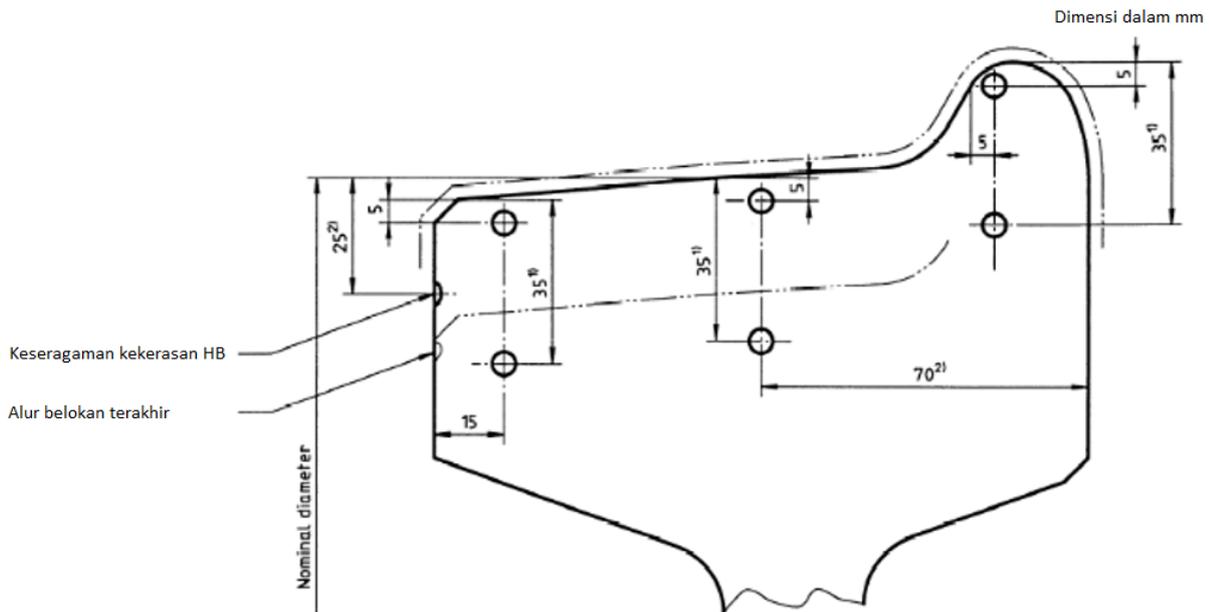
7.7.3.3 Uji kekerasan rim dan keseragaman kekerasan rim

Roda yang akan diuji (lihat Tabel 2) harus melalui uji kekerasan Brinell, sesuai dengan ISO 6506-1, pada permukaan bidang rim pada sisi yang berlawanan dengan flange. Posisi yang

dipilih untuk lekukan harus pada keliling dengan jari-jari sekitar 25 mm lebih kecil dari pada nominal diameter tapak (lihat Gambar 5). Posisi harus, jika sesuai, disiapkan dengan *grinding* atau *milling* dalam rangka untuk menghilangkan material yang didekarburisasi.

7.7.3.4 Pengujian Survei Kekerasan

Potongan uji harus terdiri dari pelat kecil yang terdiri dari bagian radial lengkap dari *rim* dan sambungannya dengan *web*, dipilih dari Segmen Sampel (lihat Gambar 5). Salah satu permukaannya harus disiapkan sesuai dengan ISO 6506-1. Enam indentasi kekerasan harus ditempatkan pada tiga garis radial yang ditunjukkan pada Gambar 5.



- 1) Saat batas keausan tapak total kurang dari 35 mm, lekukan (indentation) harus dibuat pada batas keausan, bukan pada jarak 35 mm
- 2) Kecuali ditentukan lain

Gambar 5 – Posisi uji kekerasan Brinell

7.7.3.5 Tegangan Sisa

Lihat 7.7.1.2 dan 7.8.2.4.

7.7.4 Pengecekan visual dan *soundness*

7.7.4.1 Pengujian partikel magnetik

Potongan uji adalah roda. Untuk perincian persiapan, lihat ISO 6933.

7.7.4.2 Pengujian ultrasonik

Potongan uji adalah roda yang sesuai dengan pesanan terkait kondisi hasil perlakuan panas dan kondisi permukaan yang sesuai (lihat ISO 5948).

7.7.4.3 Ketidakseimbangan statis

Sampel pengujian adalah roda jadi.

7.8 Metode pengujian

7.8.1 Analisis kimia

Analisis kimia harus dilakukan sesuai dengan metode yang ditentukan oleh Standar yang sesuai (lihat ISO / TR 9769:2018) atau dengan metode lain yang sesuai termasuk metode spektografik. Dalam hal terjadi perselisihan, hanya metode pengujian yang direkomendasikan oleh ISO yang akan digunakan.

7.8.2 Pengujian mekanis

7.8.2.1 Pengujian tarik

Pengujian tarik harus dilakukan sesuai dengan persyaratan ISO 6892-1.

7.8.2.2 Pengujian dampak (dengan takik berbentuk U)

Pengujian dampak harus dilakukan sesuai dengan persyaratan ISO 148-1.

7.8.2.3 Kekerasan Brinell

Pengujian kekerasan Brinell harus dilakukan sesuai dengan persyaratan ISO 6506-1.

Uji survei kekerasan harus dilakukan dengan bola berdiameter nominal tidak lebih dari 5 mm.

7.8.2.4 Pengecekan tegangan sisa

Dua tanda 100 mm terpisah harus dibuat di tengah ketebalan *rim*, pada permukaan datar di sisi yang berlawanan dengan *flange*; potongan radial dari bagian atas *flange* melalui *bore* harus dibuat diantara antara dua tanda.

Jarak antara tanda harus diukur; itu harus berkurang setidaknya 1 mm.

7.8.3 Pengecekan visual dan *soundness*

7.8.3.1 Pengecekan visual

Roda harus dicek dengan inspeksi visual sebelum pengiriman

7.8.3.2 Pengujian partikel magnetik

Pengujian harus dilakukan sesuai dengan ISO 6933.

7.8.3.3 Uji deteksi diskontinuitas ultrasonik

Pengujian harus dilakukan sesuai dengan ISO 5948.

7.8.4 Pengecekan dimensi

Dimensi harus dicek sesuai dengan persyaratan ISO 1005-8. Untuk tujuan ini, alat ukur dapat diterapkan. Jika *circumference* (ukuran pita) harus diukur dibanding diameternya, ini harus disepakati pada saat permintaan dan pemesanan.

7.8.5 Keseimbangan statis (*Static balance*)

Ketidakeimbangan residu roda harus diperiksa melalui alat yang sesuai yang disepakati oleh pembeli.

7.9 Pengujian ulang

Persyaratan untuk pengujian ulang dalam ISO 404 harus berlaku, kecuali disepakati lain.

7.10 Kesimpulan inspeksi

Setiap cacat secara visual, dimensi atau keseimbangan, harus menghasilkan penolakan roda dari penerimaan. Hal yang sama harus berlaku untuk setiap pengujian ultrasonik atau partikel magnetik yang menunjukkan cacat lebih besar daripada yang dapat ditoleransi.

Hasil lain apa pun yang tidak sesuai dengan persyaratan standar ini akan mengakibatkan penolakan unit uji terkait dari keberterimaan, sesuai persyaratan untuk menyortir dan memproses ulang pada ISO 404.

Sebelum pengiriman, semua roda yang diterima harus ditandai oleh inspektur setelah inspeksi akhir dan tanda inspektur harus ditempatkan pada posisi yang berdekatan dengan tanda pabrikan.

8 Pengiriman

8.1 Proteksi terhadap korosi selama pengangkutan

Jika ditentukan dalam pemesanan, setelah inspeksi dan sebelum penyimpanan atau pengiriman, setidaknya semua bagian hasil akhir permesinan (*finished machined*) selain profil tapak roda yang diterima harus diproteksi terhadap korosi dengan metode yang disepakati dengan pembeli.

CATATAN 5 Efisiensi pelapis pelindung hanya untuk masa pakai terbatas, terutama dalam kondisi transportasi laut atau di wilayah geografis dengan kelembaban tinggi. Oleh karena itu, roda yang dikirim harus segera diinspeksi pada saat kedatangan di tempat tujuan, untuk melihat apakah pembaruan proteksi diperlukan.

8.2 Proteksi terhadap kerusakan mekanis selama transportasi

Bagian hasil permesinan jadi, khususnya lubang roda, harus dilengkapi dengan perlindungan yang efektif terhadap kerusakan mekanis sebelum pengiriman.

Tabel 1 – Kelas baja, komposisi kimia, tipe perlakuan panas saat kondisi pengiriman dan sifat mekanik

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Penandaan baja				Komposisi kimia yang sesuai dengan analisa pengecoran (analisis produk) ¹⁾ % (m/m)						Kondisi perlakuan panas ²⁾	Kategori Pengujian ³⁾	Sifat tarik ⁴⁾ untuk unit uji							Sifat mekanik lainnya			
Roda dirol atau ditempa		Roda dicor										1 (lihat Gambar 4)			2 (lihat Gambar 4)							
Baru ¹⁰⁾	Lama ¹¹⁾	Baru ¹⁰⁾	Lama ¹¹⁾	C maks	Si maks	Mn maks	P ⁵⁾ maks	S ⁵⁾ maks	Lain-lain	N	A	R _{eH} atau R _{p0,2} ⁶⁾ N/mm ²	R _m N/mm ²	A ⁷⁾ min. Ditempa Dicor		R _m max N/mm ²	A ⁷⁾ min. Ditempa Dicor		KU ⁸⁾ min J	Kekerasan <i>rim</i> ⁹⁾ HB	Survei kekerasan	Tegangan sisa
C44GW-N-A	R1-N	CG44GW-N-A	RC1-N	0,46	0,46	0,9	0,04	0,04	(13)			N	A	¹²⁾	600 s/d 720	18	9	-	-	-	15	-
C44GW-N-B		CG44GW-N-B								B	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-
C44GW-T-A	R6-T	CG44GW-T-A	RC6-T	(0,48)	(0,43)	(0,95)	(0,045)	(0,045)		T ¹⁴⁾	A	¹²⁾	770 s/d 890	15	8	¹⁵⁾	16	9	15	-	¹⁶⁾	¹⁷⁾
C44GW-T-B		CG44GW-T-B										B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C48GW-N-A		CG48GW-N-A		0,5	0,4	0,9	0,04	0,04	(13)	N	A	¹²⁾	630 s/d 750	17	8	-	-	-	14	-	-	-
C48GW-N-B		CG48GW-N-B										B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C48GW-T-A	R7-T	CG48GW-T-A	RC7-T	(0,52)	(0,43)	(0,95)	(0,045)	(0,045)	(13)	T ¹⁴⁾	A	¹²⁾	820 s/d 940	14	7	¹⁵⁾	16	8	15	-	¹⁶⁾	¹⁷⁾
C48GW-T-B		CG48GW-T-B										B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C51GW-N-A		CG51GW-N-A		0,54	0,4	0,9	0,04	0,04	(13)	N	A	¹²⁾	660 s/d 800	15	7	-	-	-	12	-	-	-
C51GW-N-B		CG51GW-N-B										B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C51GW-T-A	R8-T	CG51GW-T-A	RC8-T	(0,57)	(0,43)	(0,95)	(0,045)	(0,045)	(13)	T ¹⁴⁾	A	¹²⁾	860 s/d 980	13	6	¹⁵⁾	16	7	15	-	¹⁶⁾	¹⁷⁾
C51GW-T-B		CG51GW-T-B										B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 1 – Kelas baja, komposisi kimia, tipe perlakuan panas saat kondisi pengiriman dan sifat mekanik (lanjutan)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23							
Penandaan baja				Komposisi kimia yang sesuai dengan analisa pengecoran (analisis produk) ¹⁾ % (m/m)						Kondisi perlakuan panas ²⁾	Kategori Pengujian ³⁾	Sifat tarik ⁴⁾ untuk unit uji								Sifat mekanik lainnya									
Roda dirol atau ditempa		Roda dicor										1 (lihat Gambar 4)				2 (lihat Gambar 4)													
Baru ¹⁰⁾	Lama ¹¹⁾	Baru ¹⁰⁾	Lama ¹¹⁾	C maks	Si maks	Mn maks	P ⁵⁾ maks	S ⁵⁾ maks	Lain-lain			R _{eH} or R _{p0,2} ⁶⁾ N/mm ²	R _m N/mm ²	A ⁷⁾ min. Ditempa %		Dicor %	R _m max N/mm ²	A ⁷⁾ min. Ditempa %		Dicor %	KU ⁸⁾ min J	Kekerasan rim ⁹⁾ HB	Survei kekerasan	Tegangan sisa					
C55GW-N-A	R2-N	CG55GW-N-A	RC2-N	0,58	0,4	0,9	0,04	0,04	13)	N	A	12)	700 s/d 840	14	6	-	-	-	10	-	-	-							
C55GW-N-B		CG55GW-N-B									B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	197 s/d 255	-	-		
C55GW-T-A	R9-T	CG55GW-T-A	RC9-T								(0,61)	(0,43)	(0,95)	(0,045)	(0,045)	13)	T ¹⁴⁾	A	12)	900 s/d 1050	12	5	15)	14	6	12	-	16)	17)
C55GW-T-B		CG55GW-T-B																B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C64GW-N-A	R3-N	CG64GW-N-A	RC3-N	0,67	0,4	0,9	0,04	0,04	13)	N	A	12)	800 s/d 940	11	5	-	-	-	10	-	-	-							
C64GW-N-B		CG64GW-N-B									B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	233 s/d 285	-	-		
C64GW-T-A		CG64GW-T-A									(0,70)	(0,43)	(0,95)	(0,045)	(0,045)	13)	T ¹⁴⁾	A	12)	940 s/d 1140	11	4	15)	12	5	10	-	16)	17)
C64GW-T-B		CG64GW-T-B																B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C74GW-N-A		CG74GW-N-A		0,77	0,4	0,9	0,04	0,04	13)	N	A	12)	830 s/d 1000	9	4	-	-	-	8	-	-	-							
C74GW-N-B		CG74GW-N-B									B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	235 s/d 311	-	-		
C74GW-T-A		CG74GW-T-A									(0,8)	(0,43)	(0,95)	(0,045)	(0,045)	13)	T ¹⁴⁾	A	12)	1040 s/d 1240	9	3	15)	10	4	8	-	16)	17)
C74GW-T-B		CG74GW-T-B																B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

RSNI3 9263:2024

1) Kecuali disepakati lain, persyaratan komposisi kimia harus diverifikasi dengan analisis coran. Namun, jika terjadi perselisihan, komposisi berdasarkan analisis produk harus menjadi kriteria penentu.

2) Kondisi perlakuan panas:

N = melalui proses *normalized* atau *normalized* dan *tempered*

T = *rim* melalui proses *quenched* dan *tempered* (Simbol T dapat berganti di masa depan.)

3) Lihat catatan 1 pada 1.1 dan Tabel 2.

4) R_{eH} = Batas atas tegangan luluh

$R_{p0,2}$ = 0,2 % tegangan *proof* (pemuluran non-proporsional)

R_m = Kekuatan tarik

A = Presentasi pemuluran setelah patah ($L_0 = 5,65\sqrt{S_0}$).

5) Pada kasus roda melalui proses *normalized* (N) atau *rim* melalui proses *quenched* dan *tempered* (T), batas maksimum konten fosfor dan sulfur 0,035 % pada analisa produk (dan maksimal 0,030 % pada analisa pengecoran) dapat disetujui pada saat pengadaan dan pemesanan.

Pada kasus baja dibentuk dengan proses menggunakan asam dengan persetujuan pada saat pengadaan dan pemesanan, batas maksimum konten fosfor dan sulfur 0,55 % pada analisa produk (dan maksimal 0,50 % pada analisa pengecoran) diizinkan.

6) Jika tegangan *proof* terukur dengan total pemuluran 0,5% dari baja tidak lebih besar dari 600 N/mm^2 , $R_{t0,5}$ dapan ditentukan dibanding R_{eH} atau $R_{p0,2}$.

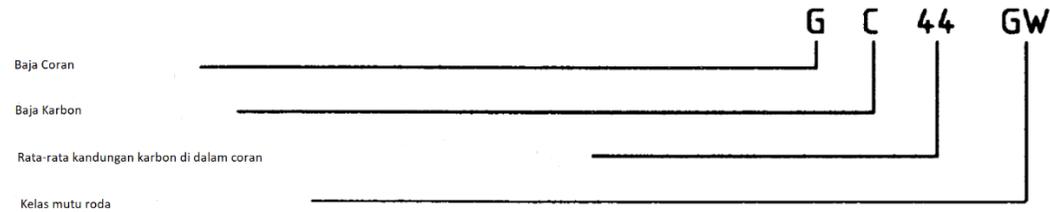
7) Nilai pemuluran yang rendah dari roda cor pada kategori A membutuhkan desain "*low stress*" (*curved plate*) jika roda akan dihadapkan pada pengereman yang signifikan atau berat

8) KU = nilai rata-rata dari tiga pengujian ISO U-notch pada temperatur ruangan ($23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$). Untuk hasil tersendiri, kondisi pada ISO 404 berlaku.

9) Perbedaan antara nilai kekerasan ekstrim yang diukur pada *rim* roda dari *batch* yang sama tidak boleh melebihi nilai yang ditetapkan. Keseragaman kekerasan *rim* harus 30 HB.

10) Bagian pertama dari penyebutan baru ini sesuai dengan sistem penyebutan untuk nama baja yang dijelaskan dalam ISO/TS 4949:2016. Berbagai Simbol pada nama baja memiliki arti sebagai berikut:

RSNI3 9263:2024



Simbol setelah tanda hubung pertama melambangkan kondisi perlakuan panas. Simbol T (perlakuan yang diperkeras) di masa depan akan digunakan untuk tempered. Jika hal ini dapat menimbulkan kebingungan, T harus diganti, misalnya dengan TM atau TR (R untuk “rim quenched dan tempered”).

Simbol setelah tanda hubung kedua melambangkan kategori pengujian.

- 11) “Lama” berarti penyebutan menurut edisi pertama ISO 1005-6:1982.
- 12) Diberikan untuk tujuan dokumentasi.
- 13) $Cr \leq 0,30 \%$ ($\leq 0,28 \%$)
 $Cu \leq 0,30 \%$ ($\leq 0,28 \%$)
 $Mo \leq 0,08 \%$ ($\leq 0,08 \%$)
 $Ni \leq 0,30 \%$ ($\leq 0,28 \%$)
 $V \leq 0,05 \%$ ($\leq 0,05 \%$)
- 14) Dalam kasus khusus, jika pada pengiriman roda melalui proses *quenched* dan *tempered* celup (E) disetujui, nilai kekuatan tarik, impak dan kekerasan ditentukan pada Tabel ini kondisi perlakuan panas T berlaku, Namun, untuk roda yang didesain khusus, penurunan nilai kekuatan tarik dan kekerasan dapat disetujui pada saat pengadaan dan pemesanan.
- 15) Nilai kekuatan tarik dari *web* harus lebih rendah dari nilai kekuatan tarik dari *rim* sekurang-kurangnya: 100 N/mm² untuk C44GW dan C51GW; 70 N/mm² untuk C55GW; 50 N/mm² untuk C64GW dan C74GW.
- 16) Kedalaman efek proses *quenching* pada *rim*, diperkirakan berdasarkan hasil pengujian kekerasan (lihat 7.7.3.4) harus tidak kurang dari total dari total kedalaman keausan.

RSNI3 9263:2024

Pemesanan atau dokumen terlampir juga dapat menentukan kekerasan minimum pada batas kedalaman keausan

¹⁷⁾ Tujuan dari proses *quenching* dan *tempering* pada *rim*, sebagian, adalah untuk menghasilkan tegangan kompresi sisa yang diharapkan pada sekeliling *rim* roda. Pabrikan harus menunjukkan bahwa prosedur yang digunakan untuk proses *quenching* dan *tempering* pada *rim* menghasilkan sisa kompresi melingkar yang memadai. Salah satu metode untuk melakukan hal ini dijelaskan dalam 7.8.2.4.

Tabel 2 – Tipe dan jumlah pengujian dan pengecekan

1	2	3	4				5	6	7	8	9			
			Pengujian dan pengecekan mandatory (m) & optional (o) untuk roda sesuai kondisi perlakuan panas ¹⁾				Keterangan					Unit uji ²⁾	Jumlah roda yang diuji per unit uji	Jumlah pengujian per roda
			Kategori A		Kategori B		3)	4)						
N	T	N	T											
1	Analisis Kimia (lihat 5.1) - sesuai analisis produk cor - sesuai analisis produk		m ⁵⁾	m ⁵⁾	m ⁵⁾	m ⁵⁾	-	-	c	-	-			
		PA	o	o	o	o	a	-	c	1	1			
2	Pengujian mekanis	Pengujian tarik	m	m	-	-	b	h	c, h	1	1			
3		Pengujian tarik, web	-	m ⁶⁾	-	-	b	h	c, h	1	1			
4		Pengujian dampak (KU)	m	m	-	-	b	h	c, h	1	3			
5		Pengujian kekerasan rim	RH	-	-	m	m	a	h	c, h	10% ⁷⁾	1		
6		Pengujian survei kekerasan	HS	-	o ⁶⁾	-	-	b	h	c, h	1	lihat 7.7.3.4		
7		Pengujian tegangan sisa	RS	-	m ⁶⁾	-	-	b	h	c, h	1	1		
8		Keseragaman kekerasan rim		o	o	o	o	a	h	c, h	100%			
9		Pengecekan visual		m	m	m	m	a	-	w	100%	1		
10	Pengecekan visual dan soundness	Pengujian partikel magnetik dan ultrasonik - untuk roda dirol atau ditempa	MP& US	o	o	m	m	a	-	w	100%	1		
		a						-	w	100%	1			
11	Pengecekan dimensi		m ⁸⁾	m ⁸⁾	m ⁸⁾	m ⁸⁾	a	f	w	100% ⁸⁾	1			
12	Pengujian keseimbangan statis	SB	o	o	o	o	a	f	w	100%	1			

1) N = melalui proses *normalized* atau *normalized* dan *tempered*

T = rim melalui proses *quenched* dan *tempered*

2) c = roda dari cetakan yang sama

c, h = roda dari cetakan yang sama dan perlakuan panas yang sama (lihat 7.3.2)

w = roda unit uji

3) Kecuali ditentukan lain (lihat 7.1), pengecekan dan pengujian dilaksanakan dengan

a) di bawah inspeksi yang didelegasikan oleh departemen pabrikan yang terqualifikasi (lihat ISO 404); atau

b) dengan kehadiran pembeli

4) h = pengujian harus tidak dilaksanakan sebelum perlakuan panas sesuai pesanan

f = pengujian keberterimaan dilaksanakan pada kondisi akhir pengiriman

RSNI3 9263:2024

- 5) Jika ada pesanan tanpa analisis produk, pabrikan harus memberikan sertifikat, pada saat penyerahan pertama untuk inspeksi, untuk hasil analisis cornya.
- 6) Pada Kondisi tertentu, sesuai Tabel 1, catatan kaki 13, pengiriman produk melalui proses *quenched* dan *tempered* celup (E) telah disepakati, uji tarik pada potongan uji dari web, pengujian survei kekerasan dan pengujian tegangan sisa tidak dibutuhkan
- 7) Untuk roda kurang dari 20, paling sedikit harus dilakukan pengujian untuk 2 roda
- 8) Pada beberapa karakteristik dimensi, pengecekan dilakukan sesuai dengan ISO 1005-8, Tabel 3 sampai 5 (opsional). Jika pengecekan disepakati pada karakteristik tersebut, jumlah roda yang diuji juga harus disepakati

**Lampiran A
(Normatif)
Prosedur *shot peening* permukaan *web* roda**

A.1 Umum

A.1.1 Jika ditentukan, *shot peening* permukaan *web* harus dilakukan sesuai dengan persyaratan A.1.2 dan A.1.3.

A.1.2 Bola baja yang diperkeras dengan diameter 1,40 mm atau lebih besar harus digunakan, 90 % bola baja memiliki kekerasan 40 HRC hingga 50 HRC.

A.1.3 Mesin *shot peening* harus dilengkapi dengan pemisah untuk menghilangkan bola baja yang rusak secara terus menerus. Tambahan bola baja baru yang cukup harus ditambahkan untuk memastikan setidaknya 85 % bola baja di mesin sesuai dengan ukuran yang ditentukan atau lebih besar.

A.2 Intensitas *peening*

Intensitas *peening*, bila diukur pada strip pengujian dari jenis yang dijelaskan dalam A.3 berdasarkan kondisi ditentukan dalam A.4 sampai A.7, harus cukup untuk memproduksi tinggi busur rata-rata tidak kurang dari 0,20 mm.

CATATAN 6 Lokasi *strip* pengujian akan bervariasi tergantung pada desain pelat dan tidak dapat diukur secara tepat dalam lampiran ini.

A.2.1 Desain pelat standar (lihat Gambar A.1)

Strip pengujian terletak di pelat depan dekat *hub fillet* dan di pelat belakang dekat *rim fillet*.

A.2.2 Desain pelat terbalik (lihat GambarA.2)

Strip pengujian terletak di pelat depan dekat *rim fillet* dan di pelat belakang dekat *hub fillet*.

A.3 *Strip* pengujian

Strip pengujian harus dibuat dari baja dengan spesifikasi CS 70 menurut ISO 4960, dengan dimensi sebagai berikut: tebal 2,4 mm ± tebal 0,02 mm, panjang 75 mm ± 0,4 mm, lebar 20 mm ± 0/ - 0,1 mm. *Strip* harus diperkeras secara merata dan diatur panasnya di antara rata. pelat selama minimal 2 jam pada suhu 425 °C ± 15 °C. Permukaan akhir harus berwarna abu-abu biru dan tidak dipoles atau berwarna cerah. *Strip* harus memiliki rentang kekerasan 450 HV hingga 520 HV dan harus rata hingga 0,025 mm.

A.4 Perlengkapan penjepit

Strip pengujian harus dijepit pada perlengkapan penjepit seperti yang ditunjukkan pada GambarA.3.

A.5 Lokasi *strip* pengujian pada roda

Perlengkapan penjepit dengan *strip* pengujian dijepit harus ditempatkan pada roda sebagai berikut:

- a) Dalam hal desain *web* standar: pada sisi depan *web* dekat *hub fillet* dan pada sisi belakang *web* dekat *rim fillet*.
- b) Dalam hal desain *web* terbalik: pada sisi depan *web* dekat *rim fillet* dan di belakang sisi *web* dekat *hub fillet*.
- c) Dalam hal desain *web* lainnya: pada lokasi yang akan disepakati pada saat pengadaan dan pemesanan.

A.6 Cakupan

Durasi *peening* minimum pada produk dan *strip* pengujian harus cukup untuk memastikan cakupan penuh pada *strip* pengujian tercapai.

A.7 Pengukuran tinggi busur

Alat ukur untuk menentukan kelengkungan *strip* pengujian ditunjukkan pada Gambar A.4. *Strip* pengujian ditempatkan pada instrumen sehingga batang indikator menempel pada permukaan *non-peened*. Kelengkungan *strip* ditentukan dengan mengukur tinggi gabungan tali busur longitudinal dan transversal, yaitu mengukur perpindahan, dalam milimeter, dari suatu titik pusat pada permukaan *non-peened* dari bidang empat bola pendukung alat ukur.

A.8 Frekuensi pengujian

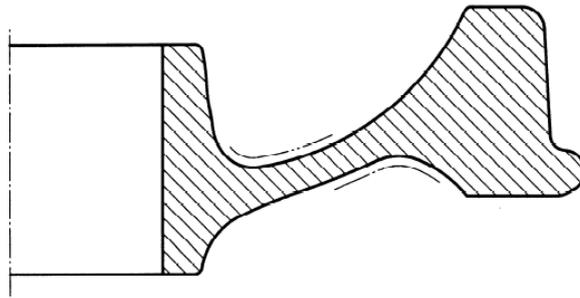
Pengujian harus dilakukan pada awal dan akhir dari setiap produksi berjalan, tetapi tidak kurang dari satu kali dalam setiap 8 jam operasi.

A.9 Pengujian ulang

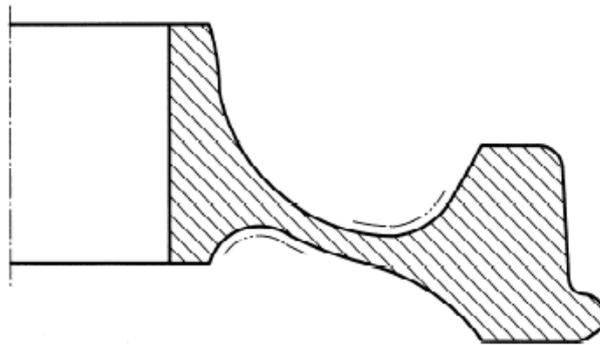
Jika pengujian gagal untuk memenuhi tinggi ditentukan 0,20 mm, dua pengujian ulang harus dilakukan. Hasil rata-rata dari pengujian ulang dan pengujian sebelumnya harus dihitung. Rata-rata ini harus tidak kurang dari yang ditentukan 0,20 mm dan kedua hasil pengujian ulang harus tidak kurang dari 0,20 mm.

A.10 Peening ulang

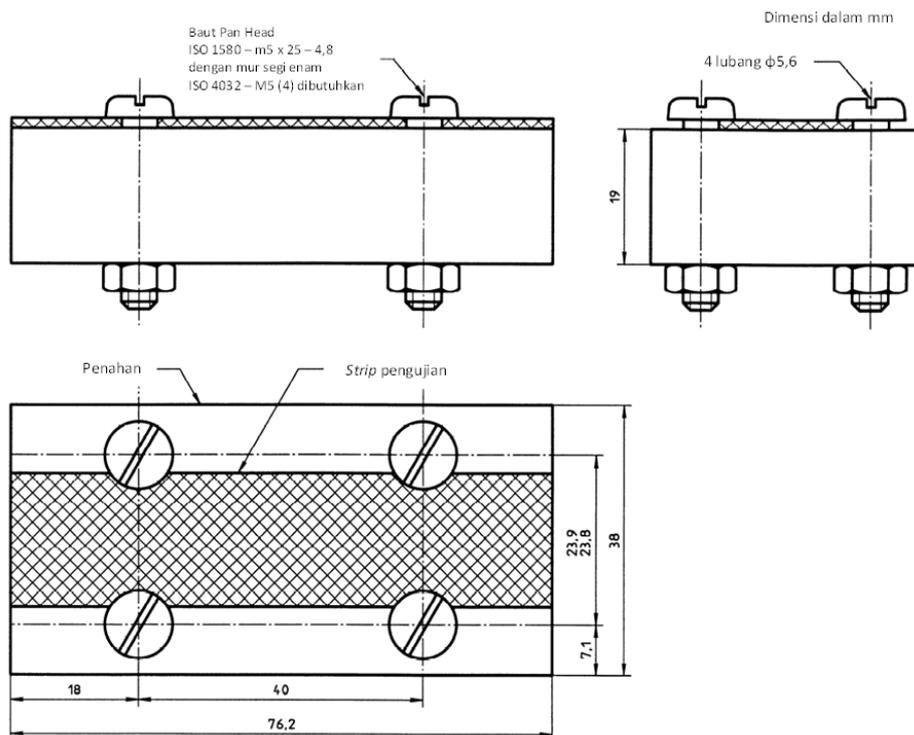
Ketika nilai pengujian gagal memenuhi persyaratan A.5, tindakan perbaikan harus dimulai dan nilai uji yang memuaskan diperoleh sebelum melanjutkan *peening* produksi. Jika nilai rata-rata pengujian tidak memuaskan berada dalam rentang 0,16 hingga 0,19 mm, separuh akhir dari *batch* roda dilakukan *peened* sesuai hasil uji yang tidak memuaskan, tetapi untuk hasil pengujian yang memuaskan, harus diulang dengan waktu paparan pada setidaknya setengah dari paparan aslinya. Jika nilai rata-rata kurang dari 0,16 mm, semua roda dilakukan *peened* sejak hasil pengujian terakhir yang memuaskan harus dilakukan *peening* ulang dengan paparan penuh.



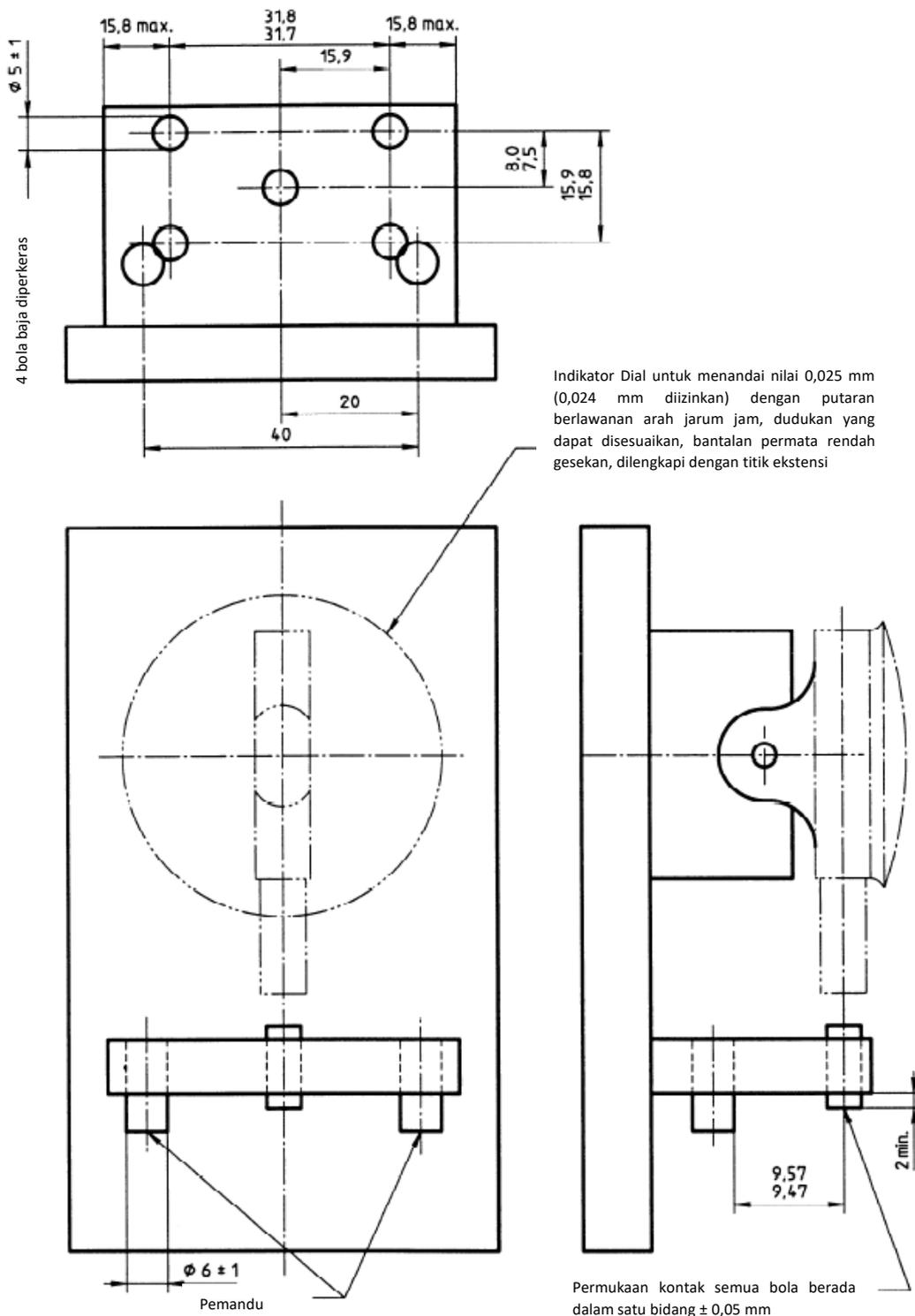
Gambar A.1 – Lokasi strip pengujian *peening* pada sisi depan *web* dekat *hub fillet* dan pada sisi belakang dekat *rim fillet* pada roda dengan desain standar



Gambar A.2 – Lokasi *strip* pengujian *peening* pada sisi belakang *web* dekat *hub fillet* dan pada sisi depan dekat *rim fillet* pada roda dengan desain pelat terbalik



Gambar A.3 – *Strip* pengujian dan penahan terakit



Gambar A.4 – Almen Gauge

Bibliografi

- [1] ISO 683-1:1987, Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steelsPart 1: Direct-hardening unalloyed and low-alloyed wrought steel in form of different black products
- [2] ISO 1005-7:1982, Railway rolling stock materialPart 7: Wheelsets for tractive and trailing stock — Quality requirements
- [3] ISO 4960:1986, Cold-reduced carbon steel strip with a carbon content over 0,25 %
- [4] AAR M107/M-208:2016, Wheels, Carbon Steel

Informasi pendukung terkait perumus standar

[1] Komtek/SubKomtek perumus SNI

Komite Teknis 45-01, Sarana Perkeretaapian

[2] Susunan keanggotaan Komtek perumus SNI

Ketua : Heru Gunawan
Wakil Ketua : Miming Kuncoro
Sekretaris : Ariyanto Hernowo
Anggota : Soegito
Addin Aristotika
Bagus Budiwantoro
Beny Andika
Mustasyar Perkasa
Akhmat Busori
Wikarta Soekoco
Rachmat Sriwijaya

[3] Konseptor rancangan SNI

Tim Konseptor :
Husen Taufiq
Toni Agung Priambodo

[4] Sekretariat pengelola Komtek perumus SNI

Direktorat Pengembangan Standar Mekanika, Energi, Elektroteknika, Transportasi dan Teknologi Informasi - BSN