
UJI PARAMETER KEKUATAN PRODUK SESUAI ISO 7176-8:2014 UNTUK PENGEMBANGAN STANDAR KURSI RODA MANUAL DI INDONESIA

TESTING PARAMETERS OF PRODUCT STRENGTH FOLLOWING ISO 7176-8:2014 FOR THE DEVELOPMENT OF MANUAL WHEELCHAIR STANDARDS IN INDONESIA"

Meilinda Ayundyahrini¹, AM Boynawan², Fakhri Fahma³, Susanto⁴

¹Pusat Riset Teknologi Pengujian dan Standar, Badan Riset dan Inovasi Nasional

²Direktorat Standar Nasional Satuan Ukuran- Badan Standardisasi Nasional

Gedung 430 Lantai 2, Komplek Puspiptek, Muncul, Kec. Setu, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia

³Universitas Sebelas Maret Surakarta

Jl. Ir. Sutami No.36 A, Pucangsawit, Kec. Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia

⁴PT Mega Andalan Kalasan

e-mail: m.ayundyahrini@gmail.com

Diterima: 27 Juli 2022, Direvisi: 14 September 2022 , Disetujui: 9 November 2022

Abstrak

SNI 09-4663-1998 dianggap telah tidak memenuhi perkembangan produk sehingga perlu dilakukan pengkajian ulang yang diawali dengan mengukur kemampuan pasar dan produsen. Penelitian ini melakukan pengujian parameter kekuatan meliputi kekuatan statis, *impact*, dan fatik yang menjadi usulan parameter utama SNI, serta menjadi parameter yang berkaitan erat dengan keamanan dan keselamatan pengguna. Pengujian menggunakan 5 sampel, terdiri dari 2 produk dalam negeri dan 3 produk impor yang banyak ditemui di pasaran. Prosedur dan spesifikasi pengujian mengacu pada ISO 7176-8 dan dilakukan di laboratorium PT Mega Andalan Kalasan (terakreditasi SNI ISO/IEC 17025:2017). Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh sampel dapat memenuhi uji kekuatan statis dengan 3 sampel membutuhkan perbaikan pada *tippling lever*. Pada pengujian stabilitas statis, 80% sampel dapat memenuhi standar. Sedangkan untuk uji fatik rem dapat dipenuhi oleh semua sampel, namun semua sampel tidak dapat memenuhi uji jatuh. Siklus tertinggi untuk uji jatuh yang tercapai, yaitu 2000 siklus oleh produk impor dan 1500 siklus oleh produk dalam negeri. Sedangkan untuk uji multidrum, hanya 50% dapat memenuhi uji dan 1 sampel tidak dapat mengikuti uji multidrum karena mengalami deformasi pada uji jatuh. Kondisi semua sampel tidak dapat memenuhi uji jatuh. Uji jatuh pada ISO 7176-8 dapat dijadikan syarat uji dengan pertimbangan mempersiapkan kemampuan produsen dalam negeri sehingga selain dapat menguasai pasar lokal dan produk dalam negeri dapat menjangkau pasar ekspor. *Tippling lever* dapat diusulkan menjadi salah satu syarat di SNI karena merupakan keunggulan produk dalam negeri dan mendukung keamanan pengguna kursi roda.

Kata kunci: Kursi roda manual, keandalan produk, ISO 7176-8, standardisasi.

Abstract

SNI 09-4663-1998 is considered to have failed to meet product developments. So it is necessary to review it, starting with measuring market and producer capabilities. This study tested the strength parameters, including static strength, impact, and fatigue which were proposed as the main parameters of SNI, as well as parameters related to user safety and security. The test uses five samples, consisting of 2 domestic products and three imported products commonly found in the market. The test procedures and specifications refer to ISO 7176-8 and are carried out at the PT Mega Andalan Kalasan laboratory (accredited to SNI ISO/IEC 17025:2017). The results showed that all samples could meet the static strength test, with three requiring improving the tipping lever. In the static stability test, 80% of the samples can meet the standard. Meanwhile, the brake fatigue test can be completed by all samples, but all samples cannot meet the drop test. The highest cycle for the drop test was achieved, namely 2000 cycles for imported products and 1500 cycles for domestic products. As for the multidrum test, only 50% can fulfil it, and 1 sample cannot take the multidrum test because it is deformed in the drop test. The condition of all samples cannot meet the drop test. Drop Test on ISO 7176-8 can be used as a test requirement with consideration of preparing the ability of domestic producers so that in addition to being able to dominate the local market and domestic products, they can reach the export market. The tipping lever can be proposed as one of the requirements in SNI because it is an advantage of domestic products and supports the safety of wheelchair users".

Keywords: Manual wheelchair, product reliability, ISO 7176-8, standardization.

1. PENDAHULUAN

Produksi kursi roda di Indonesia oleh perusahaan lokal sangat kecil, yaitu hanya

0,42% yang berarti sebesar 99,58% dipasok dari kursi roda impor (Ayundyahrini et al., 2019). Di Indonesia, kursi roda yang beredar di pasar komersial didominasi oleh produk impor dari

China dengan harga yang terjangkau (Pradita et al., 2018). Harga kursi roda yang menggunakan standar ISO 7176 *series* berkisar antara Rp 2.400.000,- sampai Rp 3.200.000,-. Sedangkan kursi roda impor dipatok dengan harga yang cukup terjangkau, yaitu sekitar Rp 950.000,- sampai Rp 1.350.000,-. Sedangkan salah satu kursi roda dalam negeri yang berbahan dasar stainless steel dan steel dengan kisaran harga Rp 2.400.000,- sampai Rp 2.600.000,- (Pradita et al., 2018).

Pengawasan kursi roda di Indonesia baik impor maupun produk lokal selama ini dilakukan secara *post border*, sehingga masyarakat tidak dapat memastikan kualitas produk. Sedangkan untuk persyaratan izin edar, pemerintah belum menggunakan standar sebagai persyaratan (Ayundyahrini et al., 2019).

Indonesia memiliki standar tentang kursi roda yang tertuang dalam SNI 09-4663-1998. Standar tersebut meliputi acuan, definisi, bahan, tipe, syarat mutu, cara pengambilan contoh, cara uji, syarat lulus uji, syarat penandaan dan pengemasan kursi roda. SNI 09-4663-1998 sendiri telah mengacu ISO 7176/1 dan 7176/5 yang merupakan standar internasional kursi roda dan JIS G 3141 SPCC untuk kesesuaian bahan kursi roda. Namun, standar ini dianggap tidak dapat memenuhi perkembangan produk saat ini (Ayundyahrini et al., 2019; Pratiwi, Fahma, Sutopo, Pujiyanto, et al., 2018). Selain itu, standar referensi ISO 6440-1985 yang menjadi acuan SNI kursi roda telah tidak berlaku sehingga perlu dilakukan pengkajian kembali (Rahmawati et al., 2020).

Standar yang menunjukkan dan merupakan tingkat kualitas minimum dapat memudahkan pengguna menemukan atau menafsir produk mana yang bertahan lebih lama atau membutuhkan lebih sedikit perawatan. Penyusunan standar yang nantinya akan berlaku di sebuah negara sebaiknya dilakukan pengukuran kemampuan pasar yang ada di negara tersebut terhadap standar yang akan diacu.

Banyak penelitian yang bertujuan untuk meminimalisir kekurangan standar yang telah ada. Mhatre et al. (2017) menyampaikan bahwa kegagalan produk banyak disebabkan karena kastor kursi roda dalam pengujian stastis, *impact*, dan fatik. Kegagalan kastor disebabkan retakan, korosi, sampah atau kotoran yang menempel pada bantalan poros, dan keausan ban. Selain itu, kegagalan di daerah tropis ditunjang dengan suhu yang tinggi dan kelembapan menyebabkan adanya penurunan

kualitas produk, terutama kegagalan pada uji statis, *impact*, dan fatik (Fitzgerald et al., 2001; Rentschler et al., 2004). Di Indonesia berdasarkan informasi lapangan juga banyak ditemukan produk pasaran yang mengalami kegagalan produk. Umumnya, produk banyak terjadi patah pada as roda *handrim* (Ayundyahrini et al., 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan masukan revisi SNI 09-4663-1998 dengan memperhatikan kemampuan pasar dan produsen dalam negeri. Masukan standar dilakukan dengan melakukan pengujian parameter kekuatan produk yang meliputi kekuatan statis, fatik, dan *impact*.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan penelusuran referensi yang berhubungan dengan kegagalan kursi roda, standar ISO 7176 *series*, dan pengujian kursi roda dan standar (Mhatre, Martin, et al., 2017). Pengujian parameter kursi roda manual dilakukan di Laboratorium PT Mega Andalan Kalasan (MAK), Yogyakarta dan pembelian sampel dilakukan di Yogyakarta dan Bogor. Alat dan proses pengujian dilakukan dengan mengacu pada ISO 7176 *series*. Laboratorium PT MAK telah terakreditasi SNI ISO/IEC 17025:2017.

Tabel 1 Standar acuan untuk pengujian kursi roda.

No.	Parameter Pengujian	Standar Acuan
1.	Kekuatan Statis	ISO 7176-8:2014
2.	<i>Fatigue</i>	ISO 7176-8:2014
3.	<i>Impact</i>	ISO 7176-8:2014

Data primer yang digunakan adalah pengujian kursi roda terhadap parameter parameter yang meliputi kekuatan statis, kekuatan fatik, dan kekuatan *impact*. Pemilihan parameter ini disebabkan merupakan parameter yang perlu dipertimbangkan dalam SNI kursi roda (Ayundyahrini et al., 2021) dan terkait dengan keselamatan dan keamanan pengguna (Ayundyahrini et al., 2021; Cooper et

al., 1996; Fitzgerald et al., 2001; Goosey-Tolfrey & Leicht, 2013).

Sampel produk yang digunakan untuk pengujian parameter kursi roda manual adalah *purposive sampling*, yaitu 3 (tiga) produk impor dan 2 (dua) produk dalam negeri. Merek kursi roda impor dipilih berdasarkan produk yang beredar dipasaran dan banyak digunakan oleh konsumen. Inisial untuk produk dalam negeri dan produk impor dirahasiakan, yaitu A1, A2, A3, A4, dan A5. Spesifikasi sampel adalah jenis kursi roda manual standar, menggunakan *handrim*, dan *velg racing*. Pengujian dilakukan secara berurutan dengan memperhatikan tingkat kerusakan yang ditimbulkan seperti pada Tabel 2. Urutan pengujian ini sesuai dengan klausul 7 pada ISO 7176-8.

Tabel 2 Urutan dan Durasi Pengujian Parameter Kekuatan Kursi Roda Manual.

No	Kegiatan	Waktu (jam)	Komponen pengujian
1	Kekuatan statis	2	<ul style="list-style-type: none"> Dukungan Lengan: Daya tahan terhadap gaya kebawah Dukungan Kaki: Daya tahan terhadap gaya kebawah Tipping levers Handgrip
2	Impact	2	<ul style="list-style-type: none"> Dukungan Punggung Handrim Castor

Tabel 3 Tujuan dan definisi kegagalan produk pada Pengujian Statis.

Jenis Pengujian	Tujuan	Keterangan
Uji Tekan <i>Armrest</i>	Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa <i>armrest</i> kursi roda harus mampu menahan beban statis. <i>Armrest</i> kursi roda tidak boleh mengalami patah, retak, bengkok, dan lepas setelah ditekan dengan waktu pembebanan 10 detik. Dokumen terkait ISO 7176-8 2014. Sub pasal 8.4 – <i>Arm supports: Resistance to downward forces</i> .	
Uji Tekan <i>Footrest</i>	Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa <i>footrest</i> kursi roda harus mampu menahan beban statis. <i>Footrest</i> kursi roda tidak boleh mengalami pecah, retak, bengkok, dan lepas setelah ditekan dengan waktu pembebanan 10 detik. Dokumen terkait ISO 7176-8 2014 Sub pasal 8.5 – <i>Foot supports: Resistance to downward forces</i> .	

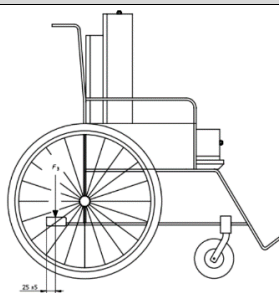
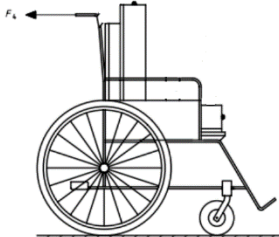
No	Kegiatan	Waktu (jam)	Komponen pengujian
3	<i>Fatigue</i>	177	<ul style="list-style-type: none"> Dukungan Kaki Multi-drum test Drop Test (Uji Jatuh) Pengujian fatik untuk rem parkir

Analisis data yang digunakan pada pengujian parameter kursi roda manual adalah *gap analysis* yaitu membandingkan hasil uji dengan standar, publikasi, dan temuan lapangan. Data ini digunakan untuk mengetahui kondisi kursi roda yang beredar di pasaran, apakah usulan parameter standar yang telah dilakukan dapat diterapkan di Indonesia atau tidak. Selain itu, digunakan untuk mengetahui potensi daya saing produk kursi roda manual dengan produk impor.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Kekuatan Statis

Peralatan yang digunakan meliputi alat uji berupa bidang uji, busur, dan *remote control* Lunak HBW073-005. Pada pengujian ini dilakukan pendefinisian kerusakan dalam beberapa keberterimaan sesuai dengan pengujian seperti pada Tabel 3.

Jenis Pengujian	Tujuan	Keterangan
Uji Tekan <i>Tipping Lever</i>	Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa <i>tipping lever</i> (lengan ungkit) kursi roda harus mampu menahan beban statis. <i>Tipping lever</i> (lengan ungkit) kursi roda tidak boleh mengalami patah, retak, dan bengkok setelah ditekan dengan waktu pembebanan 10 detik. Dokumen terkait ISO 7176-8 2014. Sub pasal 8.6 – <i>Tipping levers</i>	
Uji Tarik <i>Handgrip</i>	Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa <i>handgrip</i> kursi roda harus mampu menahan beban statis. <i>Handgrip</i> kursi roda tidak boleh mengalami lepas, kendur, atau putus setelah ditarik dengan waktu pembebanan 10 detik. Dokumen terkait ISO 7176-8 2014. Sub pasal 8.7 – <i>Handgrips</i> .	

Sumber: (ISO 7176-8, 2014)

Pada pengujian ini, gaya yang diberikan menyesuaikan dengan massa *dummy* dan massa kursi roda. Pengujian yang dilakukan menggunakan massa *dummy* 100 kg dan massa kursi roda sesuai pada Tabel 4 adalah 17 kg dan tertinggi 20 kg. Besar gaya yang dipengaruhi massa kursi roda adalah pengujian *tipping lever* dan *handgrips*, sedangkan keempat pengujian kekuatan statis harus memperhatikan massa *dummy*. Setiap pengujian memiliki rumus yang berbeda untuk menentukan besar gaya, yaitu:

$$F_{armrest} = \frac{(M_d \times S \times g)}{2 \cos 15^\circ} \dots\dots\dots (1.1)$$

$$F_{foot sup} = (M_d \times g) \dots\dots\dots (1.2)$$

$$F_{tiplev} = 13 \times (M_d + M_w) \dots\dots\dots (1.3)$$

$$F_{handgrip} = 0,52 \times (M_d + M_w) \times S \times g \dots (1.4)$$

Keterangan:

$F_{armrest}$ = Gaya tekan *armrest* atau sandaran tangan

$F_{foot sup}$ = Gaya tekan *foot support* atau dudukan kaki

F_{tiplev} = Gaya tekan *tipping lever*

$F_{handgrip}$ = Gaya tarik *handgrip*

M_d = Massa *dummy*

M_w = Massa kursi roda

S = konstanta faktor keamanan dengan nilai 1,5

g = konstanta gravitasi (9,807 m/s²)

Tabel 4 Perhitungan Besar Gaya Pada Uji *Tipping Lever* dan *Handgrip*.

Sampel	Massa Kursi Roda (kg)	Besar Gaya (N)	
		<i>Tipping Lever</i>	<i>Handgrip</i>
A1	17,5	1527,5	898,81
A2	17,5	1527,5	898,81
A3	17,8	1531,4	901,11
A4	17	1317	894
A5	20	1560	917,93

Perhitungan menunjukkan bahwa besar gaya uji *tipping lever* lebih besar dari 1.000 N, pada ISO 7176-8 2014. Sub klausul 8.6 menyebutkan bahwa besar gaya yang diizinkan adalah 1.000 N sehingga gaya yang akan digunakan adalah 1.000 N. Untuk pengujian *handgrip*, hasil perhitungan gaya melebihi 750 N, sedangkan ISO 7176-8 2014. Sub klausul 8.7 menyebutkan bahwa gaya yang diizinkan adalah 750 N.

Tabel 5 Hasil Pengujian Kekuatan Statis.

Parameter	Poin Pengujian	Keberterimaan	Sampel Kursi Roda				
			A1	A2	A3	A4	A5
Uji Tekan <i>Armrest</i>	<i>Armrest</i> Kanan	Retak	x	x	x	x	x
		Patah	x	x	x	x	x
		Bengkok	x	x	x	x	x
	<i>Armrest</i> Kiri	Lepas	x	x	x	x	x
		Retak	x	x	x	x	x
		Patah	x	x	x	x	x
Uji Tekan <i>Footrest</i>	Kanan	Bengkok	x	x	x	x	x
		Lepas	x	x	x	x	x
		Retak	x	x	x	x	x
		Pecah	x	x	x	x	x
		Lepas	x	x	x	x	x

**Uji Parameter Kekuatan Produk Sesuai ISO 7176-8:2014 untuk Pengembangan Standar Kursi Roda
Manual di Indonesia**

(Meilinda Ayundyahrini, AM Boynawan, Fakhрина Fahma, Susanto)

Parameter	Poin Pengujian	Keberterimaan	Sampel Kursi Roda				
			A1	A2	A3	A4	A5
Footrest Kiri		Retak	x	x	x	x	x
		Pecah	x	x	x	x	x
		Lepas	x	x	x	x	x
Uji Tekan Tipping Lever	Tipping Lever Kanan	Retak	x	x	v	v	v
		Patah	x	x	v	v	v
	Tipping Lever Kiri	Bengkok	x	x	v	v	v
		Retak	x	x	v	v	v
		Patah	x	x	v	v	v
		Bengkok	x	x	v	v	v
Uji Tarik Handgrip	Handgrip Kanan	Kendur	x	x	x	x	x
		Lepas	x	x	x	x	x
	Handgrip Kiri	Putus	x	x	x	x	x
		Kendur	x	x	x	x	x
		Lepas	x	x	x	x	x
		Putus	x	x	x	x	x

Catatan: x : tidak ada kerusakan
v : ada kerusakan

Sumber: Data Olah (2019)

Proses pengujian uji tekan *tipping lever* pada beberapa sampel menunjukkan deformasi dengan capaian besar gaya tertentu. Pada sampel A1 dan A2 mampu menahan gaya 1.000 N, sedangkan sampel A4 dihentikan pada gaya 850 N setara massa *dummy* 48 kg,

sampel A3 sebesar 880 N setara massa *dummy* 50 kg. Hal ini disebabkan pada besar gaya tersebut *tipping lever* telah menunjukkan perubahan bentuk, yaitu bengkok pada sambungan rangka, sehingga pengujian tidak dilanjutkan dengan gaya yang lebih besar sebab dikhawatirkan sampel akan retak atau patah. Berdasarkan hasil pengamatan ketidaktahanan ini berhubungan dengan panjang rangka *tipping lever*, semakin panjang rangka *tipping lever* maka semakin kecil gaya yang mampu ditahan. Adapun panjang *tipping lever* masing-masing sampel adalah: A1 115 mm, A2 130 mm, A3 110 mm, A4 205 mm, dan A5 140 mm.

3.2 Impact Test

Pengujian ini dilakukan pada sandaran punggung (*backrest*), dukungan kaki (*footrest*), kastor, dan *handrim*. Pegujian *impact* dilakukan dengan menggunakan pendulum dengan massa 25 kg ± 0,5 untuk *impact backrest* dan 10 kg ± 0,5 untuk *impact castor*, *footrest* dan *handrim*.

Tabel 6 Nilai dan Spesifikasi Pengujian *Impact*.

Simbol	Nilai	Uraian
n1	2 kali	Jumlah siklus pengujian <i>impact backrest</i>
n2	1 kali setiap <i>castor</i>	Jumlah siklus pengujian <i>impact castor</i>
n3	2 kali setiap <i>footrest</i>	Jumlah siklus pengujian <i>impact footrest</i>
n4	2 kali	Jumlah siklus pengujian <i>impact handrim</i>
θ1	30°	Sudut ayunan pendulum <i>impact backrest</i>
θ2	$\cos A = 1(M_d + \frac{M_w}{377})$	Sudut ayunan pendulum <i>impact castor</i>
θ3	$\cos A = 1(M_d + \frac{M_w}{377})$	Sudut ayunan pendulum <i>impact footrest</i>
θ4	45°	Sudut ayunan pendulum <i>impact handrim</i>
m1	25 kg ± 0,5 kg	Massa pendulum <i>impact backrest</i>
m2	10 kg ± 0,2 kg	Massa pendulum <i>impact castor</i> , <i>footrest</i> , dan <i>handrim</i>
P	75 ± 15 kg/m ³	Massa jenis pendulum
H	325 ± 60 N	Kekerasan pendulum

Sumber: (ISO 7176-8, 2014)

Tabel 7 Hasil pengujian *impact*.

Parameter	Poin Pengujian	Keberterimaan	Sampel Kursi Roda				
			A1	A2	A3	A4	A5
<i>Impact Backrest</i>	<i>Vinyl backrest</i>	Kendur	x	x	x	x	x
		Sobek	x	x	x	x	x
		Lepas	x	x	x	x	x
<i>Impact Castor</i>	Castor Kanan	Retak	x	x	x	x	x
		Pecah	x	x	x	x	x
		Bengkok	x	x	x	x	x

Parameter	Poin Pengujian	Keberterimaan	Sampel Kursi Roda				
			A1	A2	A3	A4	A5
	Castor Kiri	Lepas	x	x	x	x	x
		Retak	x	x	x	x	x
		Pecah	x	x	x	x	x
		Bengkok	x	x	x	x	x
		Lepas	x	x	x	x	x
	Footrest Kanan	Retak	x	x	x	x	x
		Pecah	x	x	x	x	x
		Bengkok	x	x	x	x	x
		Lepas	x	x	x	x	x
		Retak	x	x	x	x	x
<i>Impact Footrest</i>	Footrest Kiri	Pecah	x	x	x	x	x
		Bengkok	x	x	x	x	x
		Lepas	x	x	x	x	x
		Retak	x	x	x	x	x
		Patah	x	x	x	x	x
	Sambungan pada <i>Handrim</i>	Bengkok	x	x	x	x	x
		Lepas	x	x	x	x	x
		Retak	x	x	x	x	x
		Patah	x	x	x	x	x
		Bengkok	x	x	x	x	x
<i>Impact Handrim</i>	Antara Sambungan <i>Handrim</i>	Lepas	x	x	x	x	x
		Retak	x	x	x	x	x
		Patah	x	x	x	x	x
		Bengkok	x	x	x	x	x
		Lepas	x	x	x	x	x

Sumber: Data Olah (2019)

Hasil pengujian pada Tabel 7 menunjukkan bahwa semua sampel kursi roda tidak mengalami kerusakan atau deformasi setelah

dilakukan pengujian *impact*. Ini menunjukkan bahwa semua sampel memiliki ketahanan *impact* sesuai yang disyaratkan oleh standar.



(a)



(b)



(c)



(d)

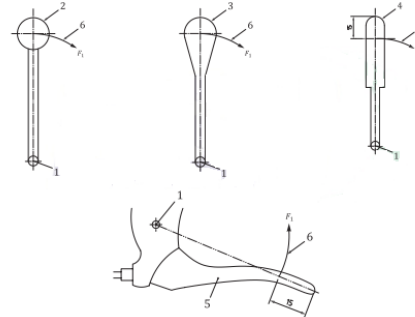
Gambar 1 Pengujian *impact*: (a) Dukungan Punggung, (b) *Handrim*, (c) *Castor*, (d) Dukungan Kaki (dokumen pribadi).

3.3 Uji Fatik

Peralatan yang digunakan meliputi alat uji berupa Universal Kontroler no LPKR-MA-PM-03, *Reference drum*, Kamera CCTV, dan Pemutus arus. Prosedur pengujian dapat melihat LPTMAK-SOP-W-007 dan LPTMAK-IK-W-007. Secara umum pengujian ini untuk mengetahui ketahanan kursi roda ketika dioperasikan secara keseluruhan. Pengujian ini penting sebab berhubungan dengan keselamatan pengguna. Pengujian fatik terdiri dari 3 pengujian, yaitu *multidrum test*, uji jatuh, dan fatik rem parkir.

Tabel 8, 9, dan 10 merupakan hasil pengujian fatik yang terdiri dari 3 (tiga) parameter uji. Jumlah siklus dan spesifikasi pengujian yang harus dilakukan pada ISO 7176 tertuang pada Tabel 16. Definisi keberterimaan juga mengikuti ISO 7176 pada Tabel 16. Pada uji jatuh dilakukan siklus sebanyak 2.222 kali. Hal ini diperkenankan karena pada klausul 4.1 ayat a.4 yang menyebutkan bahwa selama pengujian fatik memungkinkan pergantian sebanyak maksimal 2 (dua) kali, meliputi ban (termasuk ban solid), ban dalam, sabuk pengaman, karet roda *castor*. Dalam kasus roda *castor* pergantian diizinkan dengan persyaratan kegagalan karena permukaan

roda, bukan merupakan kegagalan struktur roda atau elemen lainnya seperti bantalan.



Keterangan:
 1 Sumbu tuas rem
 2 Generally spherical knob
 3 Tapered lever
 4 Parallel lever
 5 Rem yang dicengkeram oleh jari dengan satu tangan
 6 Busur dan aplikasi gaya khusus

Gambar 1 Uji Fatik Rem Parkir (ISO 7176-8, 2014).

Uji kelelahan rem parkir bertujuan untuk mengetahui kekuatan rem parkir kursi roda. Rem parkir harus tahan selama pengujian berlangsung dan tidak boleh mengalami patah, kendur atau lepas. Pengujian dilakukan sebanyak 60.000 siklus dengan frekuensi pengujian 0,5 Hz.

Tabel 8 Hasil Pengujian Fatik Rem Parkir.

Parameter	Poin Pengujian	Siklus	Keberterimaan	Sampel Kursi Roda				
				A1	A2	A3	A4	A5
Fatik Rem Parkir	Mekanisme Rem Kursi Roda	10.000	Patah	x	x	x	X	x
			Kendur	x	x	x	X	x
			Lepas	x	x	x	X	x
		20.000	Patah	x	x	x	X	x
			Kendur	x	x	x	X	x
			Lepas	x	x	x	X	x
		30.000	Patah	x	x	x	X	x
			Kendur	x	x	x	x	x
			Lepas	x	x	x	x	x
		40.000	Patah	x	x	x	x	x
			Kendur	x	x	x	x	x
			Lepas	x	x	x	x	x
		50.000	Patah	x	x	x	x	x
			Kendur	x	x	x	x	x
			Lepas	x	x	x	x	x
		60.000	Patah	x	x	x	x	x
			Kendur	x	x	x	x	x
			Lepas	x	x	x	x	x

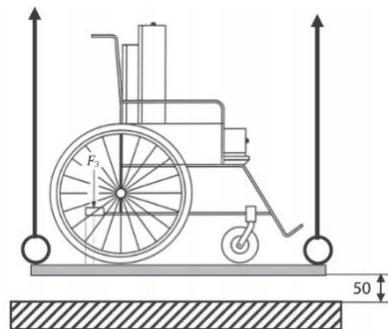
Sumber: Olah Data (2019)

3.4 UJI JATUH (DROPTTEST)

Uji jatuh bertujuan untuk mengetahui kekuatan dan ketahanan kursi roda apabila terjatuh. Kursi roda tidak boleh mengalami pecah, retak,

bengkok, dan lepas setelah dijatuhkan dari ketinggian selama pengujian. Pengujian dilakukan sebanyak 6.666 siklus. Ketinggian sampel dari lantai adalah 50 mm. Pengamatan pengujian pada sub rakitan castor 8 inci, sub

rakitan *castor* 24 inci, rangka kursi roda, dan vynil (lapisan sandaran).



Gambar 2 spesifikasi *droptest* berdasarkan ISO 7176-8.

Tabel 9 Hasil Uji Jatuh.

Poin Pengujian	Siklus	Keberterimaan	Sampel Kursi Roda				
			A1	A2	A3	A4	A5
Rangka Kursi Roda	500	Retak	x	x	x	x	x
		Patah	x	x	x	x	x
		Bengkok	x	v	x	x	x
	1.000	Retak	x	x	x	x	x
		Patah	x	x	x	x	x
		Bengkok	x	v	v	v	x
	1.500	Retak	x	x	x	x	x
		Patah	x	x	x	x	x
		Bengkok	v	v	v	v	x
	2.000	Retak	x	x	x	x	x
		Patah	x	x	x	x	x
		Bengkok	v	v	v	v	v
	2.222	Retak	x	x	x	x	x
		Patah	x	x	x	x	x
		Bengkok	v	v	v	v	v
Vynil (Lapisan sandaran)	500	Sobek	v	v	v	v	x
		Lepas	x	x	x	x	x
	1.000	Sobek	v	v	v	v	x
		Lepas	x	x	x	x	x
	1.500	Sobek	v	v	v	v	v
		Lepas	x	x	x	x	x
	2.000	Sobek	v	v	v	v	v
		Lepas	x	x	x	x	x
	2.222	Sobek	v	v	v	v	v
		Lepas	x	x	x	x	x

Sumber: Olah Data (2019)

Poin pengujian adalah rakitan sub *castor* 8 inci, rakitan sub *castor* 24 inci, rangka kursi roda, dan vynil yang merupakan sandaran kursi roda. Pengujian menunjukkan bahwa rakitan sub *castor* 8 inci dan rakitan sub *castor* 24 inci tidak mengalami kerusakan hingga memenuhi 2.222 siklus (tidak dilampirkan pada tabel).

Pada uji jatuh, kegagalan produk ditunjukkan pada poin parameter rangka dan vynil. Kegagalan rangka kursi roda pertama oleh sampel A2 mengalami kegagalan berupa bengkok rangka pada uji sebanyak 500 siklus. Sampel yang memiliki ketahanan uji jatuh paling tinggi adalah sampel A5, yaitu

mengalami bengkok pada 2.000 siklus dan mengalami kerusakan vynil pada 1.500 siklus. Sedangkan keempat sampel lainnya mengalami sobek vynil pada 500 siklus.

Sampel A5 memiliki ketahanan uji jatuh lebih tinggi, selain dikarenakan rangka yang lebih tebal (ditunjukkan dengan berat total produk), produsen tersebut menerapkan uji jatuh yang mengacu SNI 09-4663-1998 (1998) dengan spesifikasi uji sebagai berikut:

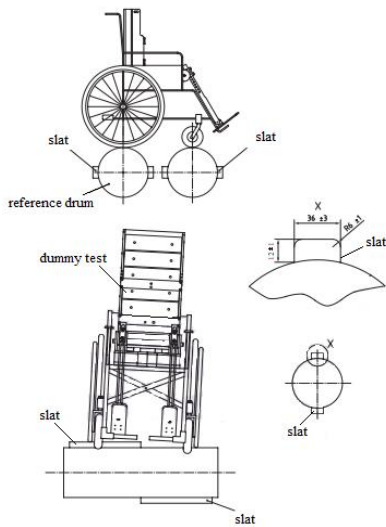
- Kursi dalam keadaan terlipat atau tidak
- Cara uji : diangkat setinggi 1,1 m ± 0,1 m dari lantai sampai sisi roda pada posisi miring 30° arah samping

- Frekuensi: 3 kali ke kiri, 3 kali ke kanan
- Landasan: lantai ubin

Spesifikasi uji jatuh pada SNI 09-4663-1998 cukup berbeda dengan ISO 7176-8 yang dilakukan pada ketinggian 50 mm (5 cm) sebanyak 66.666 siklus. Perbedaan spesifikasi uji yang signifikan ini menunjukkan perbedaan produk dibandingkan produk impor (A1-A3) dan A4 yang tidak melakukan uji jatuh. Uji jatuh pada SNI 09-4663-1998 belum dapat dibuktikan secara saintifik apakah berpengaruh pada kualitas produk karena belum dilakukan pengujian. Namun, sampel A5 menunjukkan keunggulan pada uji jatuh.

C. MULTI DRUM TEST

Pengujian multidrum bertujuan untuk mengetahui ketahanan kursi roda. Kursi roda harus tahan terhadap efek guncangan yang disebabkan penghalang yang harus dilewati roda pada poros drum dan tidak boleh mengalami pecah, retak, bengkok, dan lepas. Pengujian dilakukan sebanyak 200.000 siklus. Kecepatan putar mesin 1 m/s ± 0,1 m/s. Pencatatan dilakukan setiap pengulangan 10.000 siklus.



Gambar 3 Pengujian Kursi Roda Berdasarkan ISO 7176-8.

Sampel A2 tidak dilakukan pengujian multidrum karena sampel mengalami deformasi bengkok pada uji jatuh sehingga produk tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Poin pengujian adalah rakitan sub *castor* 8 inci, rakitan sub *castor* 24 inci, rangka kursi roda, dan vnyil yang merupakan sandaran kursi roda. Pengujian menunjukkan bahwa rakitan sub *castor* 8 inci dan rakitan sub *castor* 24 inci tidak mengalami kerusakan hingga memenuhi 66.666 siklus.

Deformasi produk ditunjukkan pada poin pengujian rangka kursi roda dan vnyil. Rangka mengalami deformasi rangka pada sampel A3 dari siklus 10.000 dan deformasi sampel A4 pada siklus 40.000. Sampel A1 dan A4 tidak mengalami deformasi. Sampel A4 tidak mengalami deformasi karena melakukan pengujian multidrum sesuai ISO 7176-8 untuk persyaratan ekspor. Sedangkan semua sampel mengalami deformasi berupa sobek pada lapisan vnyil.

Poin Pengujian	Revolusi	Keberterimaan	Sampel Kursi Roda					
			A1	A2	A3	A4	A5	
Rangka Kursi Roda	10.000	Retak	x	-	x	x	x	
		Patah	x	-	x	x	x	
		Bengkok	x	-	√	x	x	
	20.000	Retak	x	-	x	x	x	
		Patah	x	-	x	x	x	
		Bengkok	x	-	√	x	x	
	30.000	Retak	x	-	x	x	x	
		Patah	x	-	x	x	x	
		Bengkok	x	-	√	x	x	
	40.000	Retak	x	-	x	x	x	
		Patah	x	-	x	x	x	
		Bengkok	x	-	√	x	√	
	50.000	Retak	x	-	x	x	x	
		Patah	x	-	x	x	x	
		Bengkok	x	-	√	x	√	
	60.000	Retak	x	-	x	x	x	
		Patah	x	-	x	x	x	
		Bengkok	x	-	√	x	√	
	66.666	Retak	x	-	x	x	x	
		Bengkok	x	-	√	x	√	
	Vnyil (Lapisan sandaran)	10.000	Sobek	√	-	√	√	√
			Lepas	x	-	x	x	x
		20.000	Sobek	√	-	√	√	√
			Lepas	x	-	x	x	x
30.000		Sobek	√	-	√	√	√	
		Lepas	x	-	x	x	x	
40.000		Sobek	√	-	√	√	√	
		Lepas	x	-	x	x	x	
50.000		Sobek	√	-	√	√	√	
		Lepas	x	-	x	x	x	
60.000		Sobek	√	-	√	√	√	
		Lepas	x	-	x	x	x	
66.666		Sobek	√	-	√	√	√	
		Lepas	x	-	x	x	x	

Tabel 10 Hasil Pengujian Multidrum
Sumber: Olah Data (2019).

Pengujian yang telah dilakukan menunjukkan keunggulan dan kemampuan yang dimiliki oleh masing-masing sampel. Terdapat 8 pengujian yang dilakukan sesuai dengan ISO 7176 series. Kebutuhan dan pengaruh parameter kursi roda terhadap standarisasi berdasarkan *stakeholder* dapat dihitung menggunakan *Structural Equation*

Model (SEM). Urutan pengaruh parameter tersebut adalah ketahanan pengapian, kekuatan fatik, kekuatan statis, kekuatan *impact*, dan stabilitas statis. Sedangkan kemampuan manuver, keefektifan rem, dimensi dianggap tidak memiliki pengaruh signifikan karena nilai *average variance extracted* (AVE) kurang dari 0.5 (Pratiwi, Fahma, Sutopo, & Pujiyanto, 2018).

Apabila mengacu pada hasil pemodelan SEM, maka kelima parameter dapat diusulkan dalam kerangka standar kursi roda. Merujuk pada hasil pengujian bahwa semua sampel dapat dikatakan dapat memenuhi pengujian standar. Sampel memerlukan perbaikan desain untuk dapat memenuhi uji kekuatan statis pada *tipping lever* pada 3 (tiga) sampel, yaitu A3, A4, dan A5. Namun, terdapat hal yang disayangkan meskipun A1 dan A2 memenuhi uji *tipping lever* namun bagian ini tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Sedangkan *tipping lever* berfungsi sebagai salah satu penunjang keamanan karena dapat menahan kursi roda agar tidak terbalik.

Parameter stabilitas statis merupakan salah satu pendukung aspek keamanan pasien bersifat absolut untuk dipenuhi. 80% sampel dianggap dapat memenuhi pengujian ini meskipun tidak memenuhi uji stabilitas statis secara keseluruhan. Hanya 1 (satu) sampel yang hanya memenuhi 30% uji stabilitas statis, yaitu roda terkunci paling stabil kearah depan, roda terkunci paling stabil kearah belakang, roda tidak terkunci paling stabil kearah belakang.

Pada uji kelelahan produk (fatik) yang terdiri dari uji rem parkir, uji jatuh, dan uji multidrum. Seluruh sampel memenuhi uji rem parkir. Sedangkan pada uji jatuh, sampel A5 memiliki ketahanan paling tinggi selain desain yang lebih kuat karena ditunjukkan pada berat produk paling tinggi, A5 juga menerapkan SNI 09-4663-1998. Pada uji multi drum, sampel A1 dan A4 dapat memenuhi jumlah revolusi yang disyaratkan oleh ISO 7176-8, yaitu 66.666 revolusi. Sampel A5 dianggap dapat bersaing pada uji multi drum meskipun mengalami kegagalan di 40.000 revolusi. Hal ini menunjukkan bahwa uji jatuh pada SNI 09-4663-1998 dapat dipertimbangkan tetap menjadi salah satu persyaratan revisi SNI mengingat semua sampel terutama produk dalam negeri belum bisa mengikuti persyaratan ISO 7176-8. Uji Jatuh pada 7176-8 dapat dijadikan syarat uji dengan pertimbangan mempersiapkan kemampuan produsen dalam negeri sehingga selain dapat menguasai pasar lokal, produk dalam negeri dapat menjangkau pasar ekspor.

Pengujian pada penelitian ini adalah menggunakan beban dummy sehingga mengabaikan aspek kemampuan pengguna dalam mengendalikan kursi roda, sedangkan dalam operasional kesehariannya performa kursi roda sangat dipengaruhi oleh psikologi dan kemampuan pengguna (Goosey-Tolfrey & Leicht, 2013; Rushton et al., 2012). Tentunya pengujian di lapangan dapat menjadi pertimbangan dalam penelitian selanjutnya.

Kualitas kursi roda manual bervariasi sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh produsen (standar privat). Kompetisi harga menjadi salah satu pertimbangan produsen dalam menentukan kualitas produk. Kualitas harus didefinisikan dari perspektif pengguna, klinis, dan teknik (Cooper et al., 1996). Standar ISO-ANSI/RESNA memberikan informasi yang berguna dan dapat digunakan untuk memastikan tingkat kualitas minimum. Pembeli harusnya tidak hanya mempertimbangkan harga, namun siklus hidup produk yang berujung pada kualitas.

4. KESIMPULAN

Pengujian parameter kekuatan meliputi kekuatan statis, *impact*, dan fatik produk. Pengujian dilakukan pada 5 (lima) sampel yang terdiri dari 3 (tiga) produk impor dan 2 (dua) produk dalam negeri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh produk (5 dari 5) dapat memenuhi uji kekuatan statis dengan 3 sampel membutuhkan perbaikan pada *tipping lever*. Pada pengujian stabilitas statis, 80% (4 dari 5) dapat memenuhi uji stabilitas statis. Sedangkan untuk uji fatik rem dapat dipenuhi oleh semua sampel, namun berlainan dengan uji jatuh. Semua sampel tidak dapat memenuhi uji jatuh, siklus tertinggi untuk uji jatuh yang tercapai, yaitu 2000 siklus oleh produk impor dan 1500 siklus oleh produk dalam negeri. Sedangkan untuk uji multidrum, hanya 50% (2 dari 4) dapat memenuhi uji dan 1 sampel tidak dapat mengikuti uji multidrum karena mengalami deformasi uji jatuh.

Kondisi semua sampel tidak dapat memenuhi uji jatuh menyebabkan untuk mempertimbangkan tetap menggunakan uji jatuh pada SNI 09-4663-1998. Namun, perlu dilakukan kembali penelitian keefektifan uji jatuh SNI 09-4663-1998. Uji Jatuh pada 7176-8 dapat dijadikan syarat uji dengan pertimbangan mempersiapkan kemampuan produsen dalam negeri sehingga selain dapat menguasai pasar lokal, produk dalam negeri dapat menjangkau pasar ekspor. Selain itu, *tipping lever* dapat diusulkan menjadi salah

satu syarat di SNI karena merupakan keunggulan produk dalam negeri dan mendukung keamanan pengguna kursi roda.

Pengujian sampel dilakukan menggunakan beban *dummy*. Dalam penggunaan harian performa dan keandalan kursi roda dipengaruhi oleh kemampuan dan psikologi pengguna (Rushton et al., 2012), sehingga perlu dilakukan pengujian produk di lapangan oleh pengguna sehingga diketahui bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan untuk penggunaannya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pusat Riset dan Pengembangan Sumber Daya Manusia – Badan Standardisasi Nasional yang telah membiayai penelitian ini melalui program DIPA tahun anggaran 2019. Tim penelitian juga mengucapkan terima kasih kepada Tim laboratorium PT Mega Andalan Kalasan Yogyakarta yang mendukung kelangsungan uji produk. Serta tidak lupa disampaikan kepada narasumber dan pihak-pihak yang mendukung penelitian ini. Kontributor utama penelitian adalah penulis pertama.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayundyahrini, M., Anggraeni, P., Fahma, F., & Sutopo, W. (2021). Main Parameter and Readiness for Conformity Assessment Body of Manual Wheelchair on Standard Development in Indonesia. *Jurnal Standardisasi*, 23(1), 33–42.
- Ayundyahrini, M., Suprpto, S., Anggraeni, P., Fakhri, F., & Sutopo, W. (2019). Penerapan dan kemitakhiran SNI 09-4663-1998 tentang kursi roda oleh pemangku kepentingan. *Jurnal Standardisasi*, 21(2), 135–142.
- Badan Standardisasi Nasional. (1998). *SNI 09-4663-1998 Kursi roda*.
- Cooper, R. A., Robertson, R. N., Lawrence, B., Heil, T., Albright, S. J., VanSickle, D. P., & Gonzalez, J. (1996). Life-cycle analysis of depot versus rehabilitation manual wheelchairs. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 33(1), 45–55.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8868417>
- Fitzgerald, S. G., Cooper, R. A., Boninger, M. L., & Rentschler, A. J. (2001). Comparison of fatigue life for 3 types of manual wheelchairs. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(10), 1484–1488.
<https://doi.org/10.1053/apmr.2001.26139>
- Goosey-Tolfrey, V. L., & Leicht, C. A. (2013). Field-based physiological testing of wheelchair athletes. *Sports Medicine*, 43(2), 77–91.
<https://doi.org/10.1007/s40279-012-0009-6>
- International Organization for Standardization. (2014). *ISO 7176-8 Wheelchair: Requirements and test methods for static, impact and fatigue strengths*. ISO.
- Mhatre, A., Martin, D., McCambridge, M., Reese, N., Sullivan, M., Schoendorfer, D., Wunderlich, E., Rushman, C., Mahilo, D., & Pearlman, J. (2017). Developing product quality standards for wheelchairs used in less-resourced environments. *African Journal of Disability*, 6(0), 1–15.
<https://doi.org/10.4102/ajod.v6i0.288>
- Mhatre, A., Ott, J., & Pearlman, J. (2017). Development of wheelchair caster testing equipment and preliminary testing of caster models. *African Journal of Disability*, 6, 1–16.
<https://doi.org/10.4102/ajod.v6i0.358>
- Pratiwi, R. A., Fahma, F., Sutopo, W., & Pujiyanto, E. (2018). USULAN KERANGKA STANDAR KURSI RODA MANUAL SEBAGAI ACUAN PENYUSUNAN STANDAR NASIONAL INDONESIA (SNI). *Jurnal Standardisasi*, 20(3), 207–217.
- Pratiwi, R. A., Fahma, F., Sutopo, W., Pujiyanto, E., Suprpto, & Ayundyahrini, M. (2018). Designing Parameter for Developing Standard of Manual Wheelchair. *International Journal of Applied Science and Engineering*, 15(2), 127–134.
<https://doi.org/10.6703/IJASE.201810>
- Rahmawati, D. P., Fahma, F., Sutopo, W., & Anurogo, R. P. (2020). Technical feasibility for technology commercialization of conformity assessment laboratory (study case: Manual wheelchair testing laboratory). *AIP Conference Proceedings*, 2217(April).
<https://doi.org/10.1063/5.0000740>
- Rentschler, A. J., Cooper, R. A., Fitzgerald, S. G., Boninger, M. L., Guo, S., Ammer, W. A., Vitek, M., & Algood, D. (2004). Evaluation of selected electric-powered wheelchairs using the ANSI/RESNA standards. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(4), 611–619.

<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2003.06.023>
Rushton, P. W., Kirby, R. L., & Miller, W. C.
(2012). Manual wheelchair skills:
Objective testing versus subjective

questionnaire. *Archives of Physical
Medicine and Rehabilitation*, 93(12),
2313–2318.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.06.007>