

KAJIAN METODA PEMERIKSAAN DAN PENGUJIAN PAGAR PENCEGAH JATUH KOLEKTIF DALAM PEMENUHAN REGULASI PERMENAKER

M. Islam Nasution¹, Nico Linggi Pongmasangka², Herdiana³

^{1,2} Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Politeknik Ketenagakerjaan, Ciracas,
Jakarta Timur

³ PT. Waterland Nusantara, Bogor

Email: islamk3@polteknaker.ac.id¹, nicolinggi@polteknaker.ac.id², info@waterland.co.id³

ABSTRAK

Pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Menteri yaitu Permenaker No. 9 tahun 2016 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja dalam Pekerjaan pada Ketinggian yang berisi prosedur keselamatan kerja pada ketinggian. Berdasarkan Permenaker No.9 tahun 2016, Perangkat pencegah jatuh kolektif dapat berupa dinding, tembok pembatas atau pagar pengaman dengan syarat minimal tinggi 95 cm, dapat menahan beban 0.9 kilonewton, jarak vertical 47 cm dan ada lantai pencegah benda jatuh (*toeboard*) cukup dan memadai. Saat ini belum terdapat metode pengujian standar untuk mengukur kemampuan dapat menahan beban 0.9 kilonewton pada perangkat pencegah jatuh kolektif. Pengujian 32 titik pagar mengacu pada metoda pemeriksaan dan pengujian pagar keselamatan di SNI 8603:2018. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa pada rentang beban statik 0.9 kN diperoleh hasil nilai mean defleksi sebesar 2,50 cm, sehingga dapat dikatakan pengujian tersebut dapat menunjukkan pengaruh antara beban statik terhadap defleksi pagar penahan.

Kata kunci: Beban Statik, Menteri Ketenagakerjaan, SNI 8603:2018

ABSTRACT

The government has issued a Ministerial Regulation, namely Permenaker No. 9 of 2016, regarding Occupational Safety and Health in Work at Heights, which outlines the safety procedures for working at heights. According to Permenaker No. 9 of 2016, collective fall protection devices can include walls, boundary walls, or safety fences with the following requirements: a minimum height of 95 cm, capable of withstanding a load of 0.9 kilonewton, a vertical distance of 47 cm, and a toeboard that is sufficient and adequate to prevent falling objects. Currently, there is no standard testing method to measure the ability to withstand a 0.9-kilonewton load on collective fall protection devices. Testing of 32 fence points refers to the inspection and testing method of safety fences in SNI 8603:2018. Based on the test results, it was found that within the static load range of 0.9 kN, the mean deflection value obtained was 2.50 cm, indicating that the test can show the effect of static load on the deflection of the fall protection fence.

Keywords: *Static Load, Ministerial Regulation on Manpower, SNI 8603:2018*

PENDAHULUAN

Konstruksi sipil merupakan salah satu sektor ekonomi dengan jumlah kecelakaan kerja tertinggi. Statistik dari Biro Statistik Tenaga Kerja AS (Statistik, 2019) menunjukkan bahwa kecelakaan fatal akibat jatuh dari ketinggian masih menjadi penyebab kematian konstruksi yang paling signifikan. Zlatar dkk. (Zelatar, 2019) menemukan bahwa dalam 98% kasus yang dianalisis, kejatuhan disebabkan oleh kurangnya tindakan perlindungan. Menurut informasi dari Ketua Komite Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan (K3L) Persatuan Insinyur Indonesia, sektor industri konstruksi masih menjadi penyumbang terbesar kasus kecelakaan kerja di Indonesia. Setiap tahunnya, sektor konstruksi menyumbang 32% dari total kasus kecelakaan kerja di Indonesia. (Hasanuddin, 2022).

Struktur pagar pembatas digunakan di seluruh dunia sebagai tindakan perlindungan terhadap jatuh. Di AS, OSHA 1926.502 (OSHA, 2016) menetapkan bahwa tindakan perlindungan harus diadopsi ketika pekerjaan dilakukan pada ketinggian lebih dari 1,80 m, di Brasil, NR 35 [OSHA, 2016] menentukan 2,00 m, dan di Kanada, kode S-2.1, r.4 (Trabalho, 2019) menentukan ketinggian 3,00 m atau 1,20 m saat peralatan atau kendaraan digunakan. Persyaratan kinerja dan ketahanan untuk struktur pelindung ditentukan oleh OSHA 1926.502 (Hasanuddin, 2022) di Amerika Serikat, EN 13374 di Uni Eropa (Quebec, 2020), S-2.1, r.4 di Kanada (Trabalho, 2019), AS/NZS 4994 (*Committee for standardization*, 2013) di Australia dan Selandia Baru, dan di Brasil oleh NR 18 (AS/NZS, 2009), NR 35 (OSHA, 2016), dan RTP 01 (Regulamentadora, 2018). Standar-standar ini menunjukkan perbedaan dalam beberapa aspek.

Sistem pagar pembatas adalah metode perlindungan tepi yang paling banyak diadopsi, dan beberapa konfigurasi memberikan rasa perlindungan yang lebih baik bagi pekerja daripada yang lain. Ada banyak perbedaan ketika menerapkan persyaratan kekuatan dan toleransi mekanik, terutama dalam simulasi dampak pekerja pada struktur pagar pengaman. Sistem menjadi kompleks dalam hal evaluasi keselamatan karena fenomena dinamis yang terjal. Oleh karena itu, pemahaman dan analisis yang lebih baik tentang bagaimana kekuatan beroperasi dalam sistem ini diperlukan untuk merancang sistem yang memastikan perlindungan yang diperlukan dari orang-orang yang terlibat dalam proses konstruksi.

Saat ini belum terdapat metode pengujian standar untuk mengukur kemampuan dapat menahan beban 0.9 kilonewton pada perangkat pencegah jatuh kolektif. Oleh Karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji metoda pemeriksaan dan pengujian pagar pencegah jatuh kolektif yang membuktikan dapat menahan beban 0.9 kilonewton dalam pemenuhan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 9 Tahun 2016.

METODE

1. Pertimbangan Teknis

- 1.1 Efektivitas pagar untuk mencegah tenaga kerja yang tergelincir dan terguling di atas atap bergantung kekuatan angkur pagar yang oleh Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI Nomor 9 Tahun 2016 disyaratkan harus mampu menahan beban sebesar 0.9 kN
- 1.2 Untuk mencegah tenaga kerja memasuki wilayah berpotensi jatuh, tinggi pagar oleh Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI disyaratkan harus mempunyai tinggi mini-mal 95 cm dan jarak antara pagar secara vertical maksimal 47 cm
- 1.3 Untuk mencegah benda jatuh, Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI mensyaratkan

bahwa pagar harus mempunyai toeboard, umumnya lebarnya 10 cm

2. Prosedur Pemeriksaan Pengujian

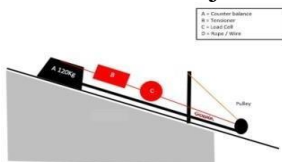
- 2.1 Semua peralatan pengujian harus sudah dikalibrasi dan masih berlaku.
- 2.2 Semua teknisi yang melakukan pengujian harus memiliki lisensi K3 bekerja pada ketinggian dari Kementerian Ketenagakerjaan RI, Tenaga Kerja Bangunan Tinggi Tingkat-2 (TKBT-2) dan Ketua tim memiliki minimal Tenaga Kerja pada Ketinggian Tingkat3 (TKPK-3), yang masih berlaku.
- 2.3 Ketentuan keselamatan dan kesehatan kerja bekerja pada ketinggian yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 9 Tahun 2016, pasal 3, harus ditaati.
- 2.4 Pengujian mengacu kepada Proposal Metoda Pemeriksaan dan Pengujian Pagar Keselamatan di SNI 8603:2018 Metode Pengujian Angkur dalam Pekerjaan pada Ketinggian
- 2.5 Protokol pengujian harus disetujui oleh Direktorat Bina Pengujian Keselamatan dan Kesehatan Kerja atau Instansi Pengawasan Ketenagakerjaan
- 2.6 Pelaksanaan protocol pengujian ini disaksikan oleh Pengawas Spesialis Lingkungan Kerja dari Unit Pelaksana Teknis Daerah Pengawas Ketenagakerjaan dimana pagar yang diperiksa dan diuji berada
- 2.7 Label pengujian ditempelkan pada angkur yang telah lulus pemeriksaan dan pengujian
- 2.8 Laporan hasil pengujian harus disampaikan kepada Unit Pelaksana Teknis Daerah setempat untuk penerbitan Surat Keterangan Memenuhi Syarat Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

3. Langkah-langkah Pemeriksaan dan Pengujian Pagar

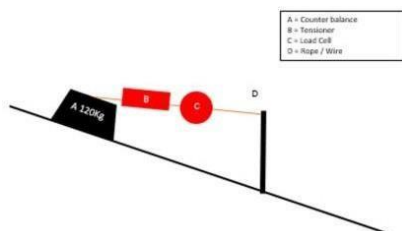
- 3.1 Laksanakan Teknik bekerja aman pada lantai kerja sementara di atas atap
- 3.2 Lakukan pemeriksaan fisik pagar, meliputi: permukaan tajam, baut longgar, karat, jarak antar anak pagar < 47 cm, tinggi pagar minimal 95 cm, tersedia toeboard.
- 3.3 Pasang system keselamatan pada pagar yang diuji
- 3.4 Pasang peralatan uji beban pada pagar, lalu lakukan pembebanan secara bertahap ke arah luar dan ke arah dalam secara acak sesuai dengan hasil perhitungan popu-lasi sampai sebesar 0.9 kN. Ukur besarnya defleksi dan dokumentasikan.
- 3.5 Bebaskan beban dan bonkar peralatan uji beban pada pagar. Berpindah ke titik pengujian berikutnya dan lakukan Langkah No. 1 dan 4.

4 Kriteria Memenuhi Syarat K3

- 4.1 Dokumen pendukung: lengkap
- 4.2 Hasil pemeriksaan fisik: tidak terdapat permukaan tajam, baut longgar, karat, tinggi minimal 95 cm, jarak vertical antar anak pagar < 47 cm,



terdapat toeboard, rambu
(a) Uji tarik ke arah dalam.



(b) Uji tarik ke arah luar.

peringatan tidak bersandar pada pagar, dilarang keluar dari pagar

4.3 Hasil pengujian: mampu menahan beban 0.9 kN dengan defleksi maksimal 7 cm

5. Perhitungan Jumlah Sampel Pengujian Perhitungan jumlah sampel pengujian dijabarkan pada tabel 1

Sampel	Panjang (m)	Jarak antar tiang (m)	Jumlah anak pagar (batang)	Populasi riksa uji (N)	Error Margin e (e)	Jumlah sampel (n)
Biru Muda Sisi Utara	225	2	112,5	112	40%	N: $(1 + (N \times e^2)) = 6$ Titik (Rumus Slovin)
Hijau Sisi Barat	82	2	41	41	40%	N: $(1 + (N \times e^2)) = 5$ Titik (Rumus Slovin)
Merah Sisi Timur	82	2	41	41	40%	N: $(1 + (N \times e^2)) = 6$ Titik (Rumus Slovin)
Pink Sisi Selatan	150	2	75	75	40%	N: $(1 + (N \times e^2)) = 5$ Titik (Rumus Slovin)
Kuning Sisi Selatan	36	2	18	18	40%	N: $(1 + (N \times e^2)) = 5$ Titik (Rumus Slovin)
Biru Tua Sisi Timur	38	2	19	19	40%	N: $(1 + (N \times e^2)) = 5$ Titik (Rumus Slovin)
Total						32 Titik

Tabel 1. Perhitungan Jumlah Sampel Pengujian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan sampel pagar terlihat pada tabel di bawah ini:

No	Jenis	Titik	Tinggi Pagar (cm)	Jarak Vertikal antar Anak Pagar (cm)	Toeboard	Hasil Pemeriksaan
1	Hijau Sisi Barat	1/HDB	103	Atas:39 Bawah: 37	Ada, Tinggi: 16 cm	Rekomendasi Layak K3
2	Hijau Sisi Barat	2/HLB	103	Atas: 38,5 Bawah: 36	Ada, Tinggi: 16 cm	Rekomendasi Layak K3
3	Hijau Sisi Barat	3/HDB	103	Atas: 38 Bawah: 37	Ada, Tinggi: 16 cm	Rekomendasi Layak K3
4	Hijau Sisi Barat	4/HLB	103	Atas: 38 Bawah: 36	Ada, Tinggi: 16 cm	Rekomendasi Layak K3
5	Hijau Sisi Barat	5/HDB	103	Atas: 38 Bawah: 37	Ada, Tinggi: 16 cm	Rekomendasi Layak K3
6	Biru Muda Sisi Utara	1/BMDU	103	Atas: 38 Bawah: 36	Ada, Tinggi: 16 cm	Rekomendasi Layak K3
7	Biru Muda Sisi Utara	2/BMLU	103	Atas: 38 Bawah: 39	Ada, Tinggi: 16 cm	Rekomendasi Layak K3
8	Biru Muda Sisi Utara	3/BMDU	102	Atas: 38 Bawah: 36	Ada, Tinggi: 16 cm	Rekomendasi Layak K3
9	Biru Muda Sisi Utara	4/BMLU	102	Atas: 38 Bawah: 36.5	Ada, Tinggi: 16 cm	Rekomendasi Layak K3
10	Biru Muda Sisi Utara	5/BMDU	102	Atas: 38 Bawah: 38	Ada, Tinggi: 16 cm	Rekomendasi Layak K3
11	Biru Muda Sisi Utara	6/BMLU	102	Atas: 38 Bawah: 37	Ada, Tinggi: 16 cm	Rekomendasi Layak K3
12	Merah Sisi Timur	1/MDT	103	Atas: 37 Bawah: 38	Ada, Tinggi: 15 cm	Rekomendasi Layak K3
13	Merah Sisi Timur	2/MLT	103	Atas: 37 Bawah: 38	Ada, Tinggi: 15 cm	Rekomendasi Layak K3
14	Merah Sisi Timur	3/MDT	103	Atas: 37 Bawah: 38	Ada, Tinggi: 15 cm	Rekomendasi Layak K3
15	Merah Sisi Timur	4/MLT	102	Atas: 39 Bawah: 38	Ada, Tinggi: 15 cm	Rekomendasi Layak K3
16	Merah Sisi Timur	5/MDT	102	Atas: 38 Bawah: 36	Ada, Tinggi: 15 cm	Rekomendasi Layak K3
17	Biru Sisi Tua Timur	1/BTDT	105	Atas: 38 Bawah: 37	Ada, Tinggi: 15 cm	Rekomendasi Layak K3
18	Biru Tua Sisi Timur	2/BTLT	104	Atas: 38 Bawah: 39	Ada, Tinggi: 15 cm	Rekomendasi Layak K3
19	Biru Tua Sisi Timur	3/BTDT	103	Atas: 38 Bawah: 38	Ada, Tinggi: 15 cm	Rekomendasi Layak K3
20	Biru Tua Sisi Timur	4/BTLT	104,5	Atas: 37 Bawah: 38	Ada, Tinggi: 15 cm	Rekomendasi Layak K3

21	Biru Tua Sisi Timur	5/BTDT	105	Atas: 38 Bawah: 37	Ada, Tinggi: 15 cm	Rekomendasi Layak K3
22	Pink Sisi Selatan	1/PDS	102	Atas: 37 Bawah: 36	Ada, Tinggi: 15 cm	Rekomendasi Layak K3
23	Pink Sisi Selatan	1/PLS	102	Atas: 37 Bawah: 38	Ada, Tinggi: 15 cm	Rekomendasi Layak K3
24	Pink Sisi Selatan	3/PDS	102	Atas: 38 Bawah: 37	Ada, Tinggi: 15 cm	Rekomendasi Layak K3
25	Pink Sisi Selatan	4/PLS	102	Atas: 39 Bawah: 36	Ada, Tinggi: 15 cm	Rekomendasi Layak K3
26	Pink Sisi Selatan	5/PDS	101	Atas: 38 Bawah: 36	Ada, Tinggi: 15 cm	Rekomendasi Layak K3
27	Pink Sisi Selatan	6/PLS	101	Atas: 38 Bawah: 36	Ada, Tinggi: 15 cm	Rekomendasi Layak K3
28	Kuning Sisi Selatan	1/KDS	102	Atas: 38 Bawah: 37	Ada, Tinggi: 15 cm	Rekomendasi Layak K3
29	Kuning Sisi Selatan	2/KLS	102	Atas: 38 Bawah: 37	Ada, Tinggi: 15 cm	Rekomendasi Layak K3
30	Kuning Sisi Selatan	3/KDS	102	Atas: 38 Bawah: 37	Ada, Tinggi: 15 cm	Rekomendasi Layak K3
31	Kuning Sisi Selatan	4/KLS	102	Atas: 38 Bawah: 37	Ada, Tinggi: 15 cm	Rekomendasi Layak K3
32	Kuning Sisi Selatan	5/KDS	102	Atas: 36 Bawah: 39	Ada, Tinggi: 15 cm	Rekomendasi Layak K3

Tabel 2. Hasil pemeriksaan pagar

Berdasarkan tabel 2. Hasil pemeriksaan pagar diketahui bahwa nilai mean tinggi pagar adalah 102,61 cm; nilai mean jarak vertikal antar anak pagar bagian atas sebesar 37,86 cm; nilai mean jarak vertikal antar anak pagar bagian bawah sebesar 37,17 cm; dan nilai mean tinggi toeboard pagar sebesar 15,34 cm. Sehingga hasil pemeriksaan 32 sampel pagar memperoleh rekomendasi layak K3 dari Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi Pemerintah Provinsi Jawa Timur.

Pengujian

Hasil pengujian sampel pagar terlihat pada tabel di bawah ini:

No	Jenis	Titik	Arah Tarik	Beban Statik /Defleksi (cm)	Durasi Pembebanan (menit)	Hasil Pengujian
1	Hijau Sisi Barat	1/HDB	Dalam	0,9 kN / 3	3	Rekomendasi Layak K3
2	Hijau Sisi Barat	2/HLB	Luar	0.9 kN / 3	3	Rekomendasi Layak K3
3	Hijau Sisi Barat	3/HDB	Dalam	0.9 kN / 3	3	Rekomendasi Layak K3

4	Hijau Sisi Barat	4/HLB	Luar	0.9 kN / 2	3	Rekomendasi Layak K3
5	Hijau Sisi Barat	5/HDB	Dalam	0.9 kN / 3	3	Rekomendasi Layak K3
6	Biru Muda Sisi Utara	1/BMDU	Dalam	0,9 kN / 4	3	Rekomendasi Layak K3
7	Biru Muda Sisi Utara	2/BMLU	Luar	0.9 kN / 3	3	Rekomendasi Layak K3
8	Biru Muda Sisi Utara	3/BMDU	Dalam	0.9 kN / 2	3	Rekomendasi Layak K3
9	Biru Muda Sisi Utara	4/BMLU	Luar	0.9 kN / 1	3	Rekomendasi Layak K3
10	Biru Muda Sisi Utara	5/BMDU	Dalam	0.9 kN / 3	3	Rekomendasi Layak K3
11	Biru Muda Sisi Utara	6/BMLU	Luar	0.9 kN / 1	3	Rekomendasi Layak K3
12	Merah Sisi Timur	1/MDT	Dalam	0.9 kN / 3	3	Rekomendasi Layak K3
13	Merah Sisi Timur	2/MLT	Luar	0.9 kN / 3	3	Rekomendasi Layak K3
14	Merah Sisi Timur	3/MDT	Dalam	0.9 kN / 3	3	Rekomendasi Layak K3
15	Merah Sisi Timur	4/MLT	Luar	0.9 kN / 1	3	Rekomendasi Layak K3
16	Merah Sisi Timur	5/MDT	Dalam	0.9 kN / 3	3	Rekomendasi Layak K3
17	Biru Tua Sisi Timur	1/BTDT	Dalam	0.9 kN / 5	3	Rekomendasi Layak K3
18	Biru Tua Sisi Timur	2/BTLT	Luar	0.9 kN / 2	3	Rekomendasi Layak K3
19	Biru Tua Sisi Timur	3/BTDT	Dalam	0.9 kN / 3	3	Rekomendasi Layak K3
20	Biru Tua Sisi Timur	4/BTLT	Luar	0.9 kN / 1,5	3	Rekomendasi Layak K3
21	Biru Tua Sisi Timur	5/BTDT	Dalam	0.9 kN / 3	3	Rekomendasi Layak K3
22	Pink Sisi Selatan	1/PDS	Dalam	0.9 kN / 4	3	Rekomendasi Layak K3
23	Pink Sisi Selatan	1/PLS	Luar	0.9 kN / 1,5	3	Rekomendasi Layak K3
24	Pink Sisi Selatan	3/PDS	Dalam	0.9 kN / 3	3	Rekomendasi Layak K3
25	Pink Sisi Selatan	4/PLS	Luar	0.9 kN / 2	3	Rekomendasi Layak K3
26	Pink Sisi Selatan	5/PDS	Dalam	0.9 kN / 3	3	Rekomendasi Layak K3

27	Pink Sisi Selatan	6/PLS	Luar	0.9 kN / 1	3	Rekomendasi Layak K3
28	Kuning Sisi Selatan	1/KDS	Dalam	0.9 kN / 2,5	3	Rekomendasi Layak K3
29	Kuning Sisi Selatan	2/KLS	Luar	0.9 kN / 1,5	3	Rekomendasi Layak K3
30	Kuning Sisi Selatan	3/KDS	Dalam	0.9 kN / 2	3	Rekomendasi Layak K3
31	Kuning Sisi Selatan	4/KLS	Luar	0.9 kN / 1	3	Rekomendasi Layak K3
32	Kuning Sisi Selatan	5/KDS	Dalam	0.9 kN / 3	3	Rekomendasi Layak K3

Table 3. Hasil pengujian pagar

Berdasarkan tabel 3. Hasil pengujian pagar, diperoleh nilai mean defleksi sebesar 2,50 cm dengan nilai minimum sebesar 1,00 cm dan nilai maksimum sebesar 5,00 cm.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa pada rentang beban statik 0.9 kN diperoleh hasil nilai mean defleksi sebesar 2,50 cm, sehingga dapat dikatakan pengujian tersebut dapat menunjukkan pengaruh antara beban statik terhadap defleksi pagar penahan. Penelitian selanjutnya adalah pembuatan modelling pengujian pagar penahan pada berbagai macam beban. Terima kasih kepada Politeknik Ketenagakerjaan dan PT. Waterland Indonesia yang telah mendukung penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Bureau of Labor Statistics, National census of fatal occupational injuries in 2018, 2019. <https://www.bls.gov/news.release/pdf/cf oi.pdf>
- T. Zlatar, E.M.G. Lago, W.D.A. Baptista, and B.J. Barkokébas, Falls from height: analysis of 114 cases., vol. Vol. 29. Production, 2019.
- Hasanuddin. Konstruksi Penyumbang Terbesar Kecelakaan Kerja di Indonesia. Available online: <https://konstruksimedia.com/konstruksi-penyumbang-terbesar-kecelakaan-kerja-di-indonesia/> (accessed on 05 Dec
- OSHA, Occupational Safety and Health Administration, “1926.502: Safety and Health Regulations for Construc-tion” [Online], UnitedStates Department of Labour, 2016. www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_id=10758&p_table=STANDARDS
- Norma Regulamentadora 35 – NR 35. Trabalho em Altura, (Work at Height) [Online], Ministério do Trabalho e Emprego, 2019. <https://www.gov.br/trabalho/ptbr/inspecao/seguranca-e-saude-notrabalho/normas-regulamentadoras/nr-35.pdf>
- Québec, Centre de Services Partagés, “Québec Safety Code for the Construction Industry S-2.1, r. 4, Les Publications du Québec, Gouvernement du Québec, Québec, 2020. <http://legisquebec.gouv.qc.ca/en/showdoc/cr/S-2.1,%20r.%204>
- DIN Standards Committee Building and Civil Engineering, EN 13374. Temporary edge protection systems. Product specification. Testmethods, European Standard EN 13374. 2013: Committee for Standardization, 2013.
- AS/NZS Standards Australia / New Zealand Standards, AS/NZS 4994.1-2009: Temporary Edge Protection. Part 1: General Requirements, 2009.
- AS/NZS Standards Australia / New Zealand Standards, AS/NZS 4994.2-2009: Temporary Edge Protection. Part 2: Roof edgeprotection – Installation and dismantling, 2009.
- Norma Regulamentadora 18 – NR 18. Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (Conditions and Environment of Work in Construction Industry), Ministério do Trabalho e Emprego, 2018. <https://www.gov.br/trabalho/ptbr/inspecao/seguranca-e-saude-notrabalho/normas-regulamentadoras/nr-18.pdf>
- Fundacentro, Recomendação técnica de procedimentos 01: Medidas de proteção contra quedas de altura (Technical recom-mendation of procedures 01: Protective measures against fall from height), Ministério do Trabalho e emprego, São Paulo, 2003.
- N. Jokkaw, P. Sutecharuwat, and P. Weerawetwat, "Measurement of Construction Workers' Feeling by Virtual Environment (VE) Technology for Guardrail Design in High-Rise Building Construction Projects", Eng. J. (N.Y.), vol. 21, no. 5, pp. 161-177, 2017. [<http://dx.doi.org/10.4186/ej.2017.21.5.161>]
- A.C. Sulowski, "Collective Fall Protection for Construction Workers", Inf. Constr., vol. 66, no. 533, 2014.e009 [<http://dx.doi.org/10.3989/ic.12.035>]