

Pemeriksaan Dan Pengujian Pesawat Angkat Angkut Jenis Tower Crane

Gaspar Pereira Maia Pinto^{1,2*}, Ronald Sukwadi¹

¹Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jalan Jenderal Sudirman 51 Jakarta 12930

²Program Studi Permesinan Kapal, Fakultas Vokasi Logistik Militer, Universitas Pertahanan Indonesia, Fatuketi Belu, NTT

Article Info	Abstract
<i>Article history:</i> Received October 29, 2025 Accepted December 10, 2025 <i>Keywords:</i> Inspection, Testing, Tower Crane, Industry, Work Accidents, Regulatory Compliance.	<i>Lifting and transporting equipment, especially tower cranes, play a crucial role in the construction and manufacturing industries. This equipment is used to lift and move heavy materials in project areas with high efficiency. However, non-standard operation can lead to fatal accident risks, including load falls, structural failure, and worker injuries. Routine inspections of tower cranes are carried out to ensure that all components are functioning properly and in accordance with applicable safety standards. This activity takes technical data and the history of the use of lifting and transporting equipment in the work area to assess the suitability and safety factors. The inspection and testing procedures are carried out in several steps, including the use of a guide in the form of a standard checklist form, then a document check is carried out; physical visual inspection and dimensions; and load and function testing. Steel wire rope is safe to use for tower crane structures within a radius of 60 meters with a lifting capacity of 2.4 tons. There was no decrease in the hoist motor during the static load test. There is a modification to the hook used to replace the safety latch by welding it to the hook body. The Operator's SIO meets class I requirements with a tower height of ± 70 meters.</i>

Info Artikel	Abstrak
<i>Histori Artikel:</i> Diserahkan: 29 Oktober 2025 Diterim: 10 Desember 2025 <i>Kata Kunci:</i> Pemeriksaan, Pengujian, Tower Crane, Industri, Kecelakaan Kerja, Kepatuhan Regulasi.	Pesawat angkat dan pesawat angkut, khususnya tower crane, memiliki peran krusial dalam industri konstruksi dan manufaktur. Alat ini digunakan untuk mengangkat dan memindahkan material berat di area proyek dengan efisiensi tinggi. Namun, pengoperasian yang tidak sesuai standar dapat menyebabkan risiko kecelakaan yang fatal, termasuk jatuhnya beban, kegagalan struktur, dan cedera pekerja. Pemeriksaan rutin terhadap tower crane dilakukan untuk memastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik dan sesuai dengan standar keselamatan yang berlaku. Kegiatan ini mengambil data teknis dan riwayat pemakaian pesawat angkat dan angkut di area kerja tersebut untuk menilai kelaikan dan faktor – faktor keselamatan. Prosedur pemeriksaan dan pengujian dilakukan dengan beberapa langkah, meliputi pemakaian panduan berupa standar <i>form checklist</i> kemudian dilakukan pemeriksaan dokumen; pemeriksaan visual fisik dan dimensi; serta pengujian beban dan fungsi. Tali kawat baja aman digunakan untuk struktur <i>tower crane</i> pada radius 60 meter dengan kemampuan mengangkat 2,4 ton. Tidak terdapat penurunan <i>motor hoist</i> pada saat uji beban statis. Terdapat modifikasi pada <i>hook</i> yang digunakan untuk menggantikan <i>safety latch</i> dengan cara mengelas pada bagian badan <i>hook</i> . SIO Operator memenuhi syarat kelas I dengan ketinggian menara ± 70 meter

*Corresponding author. Gaspar Pereira Maia Pinto
Email address: adipinto010@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pesawat angkat dan angkut merupakan komponen vital dalam sektor konstruksi dan manufaktur modern karena memiliki fungsi utama dalam mengangkat, memindahkan, serta menempatkan material berat secara efisien dan tepat (Tam & Fung, 2012; Cheung & Chan, 2015). Salah satu jenis pesawat angkat yang paling banyak digunakan adalah tower crane, yang memiliki jangkauan tinggi dan kapasitas beban besar sehingga sangat berperan dalam proyek infrastruktur skala besar. Namun, pengoperasian tanpa memperhatikan standar keselamatan dapat menimbulkan potensi risiko serius seperti jatuhnya beban, kegagalan struktur, bahkan kecelakaan fatal bagi pekerja (Fang, Huang, & Hinze, 2004; Bureau of Labor Statistics, 2013).

Penerapan keselamatan kerja pada penggunaan pesawat angkat telah diatur melalui Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2020 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Penggunaan Pesawat Angkat dan Angkut, serta Permenaker Nomor 37 Tahun 2016 tentang K3 Bejana Tekanan dan Tangki Timbun. Kedua regulasi tersebut menekankan pentingnya pengujian statis dan dinamis serta pemeriksaan berkala (*riksa uji*) untuk memastikan alat berada dalam kondisi laik operasi. Ketentuan ini sejalan dengan standar internasional seperti ISO 9927-1:2013 tentang inspeksi crane dan ASME Boiler and Pressure Vessel Code (2015) yang mengatur prosedur pemeriksaan teknis dan sertifikasi kelayakan peralatan bertekanan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan pengujian berkala secara tepat dapat menurunkan risiko kecelakaan kerja dan meningkatkan keandalan alat. Studi oleh Imron, Pinto, dan Hawari (2023) menegaskan efektivitas metode *riksa uji* dalam penerapan K3 pada *forklift*, sedangkan Pinto (2025) menemukan bahwa pengujian dan penerapan keselamatan pada *air compressor tank* berkontribusi besar terhadap peningkatan kepatuhan regulasi industri. Selain itu, Lin dan Chen (2016) menjelaskan bahwa sistem evaluasi keselamatan berbasis data dapat digunakan untuk mengukur kinerja K3 secara terukur dan berkelanjutan.

Dari sisi teknis, evaluasi pengujian statis dan dinamis menjadi aspek krusial dalam memastikan kekuatan serta kestabilan struktur alat angkat. Penelitian Aditya dan Kusuma (2021) menunjukkan bahwa metode elemen hingga efektif dalam menganalisis beban statis dan dinamis pada *wire rope sling*, sedangkan Ginting dan Siregar (2020) menyoroti potensi kegagalan tali kawat baja akibat beban dinamis berulang. Lin, Zhang, dan Zhao (2023) memperkuat temuan tersebut dengan meneliti perilaku kelelahan (*fatigue behavior*) pada *steel wire ropes* di bawah beban siklik, yang menjadi indikator utama degradasi material. Di sisi lain, Mulyana dan Santoso (2022) melakukan evaluasi performa alat angkat di sektor maritim melalui uji statis dan dinamis, sedangkan Wang, Li, dan Chen (2024) mengkaji degradasi struktural tali baja di bawah kombinasi beban statis-dinamis yang berimplikasi langsung pada keandalan sistem pengangkatan.

Beberapa studi terdahulu juga menyoroti pentingnya pendekatan sistematis terhadap manajemen keselamatan kerja. Zhou, Goh, dan Li (2015) menekankan perlunya sistem keselamatan berbasis manajemen risiko di sektor konstruksi, sementara Fang *et al.*, (2004) dan Cheung & Chan (2015) menunjukkan bahwa kecelakaan crane umumnya disebabkan oleh lemahnya pengawasan serta kurangnya inspeksi rutin. Studi Lin dan Chen (2016) memperkuat hal ini dengan mendorong penerapan sistem evaluasi keselamatan berbasis performa.

Dengan mempertimbangkan hasil-hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa pemeriksaan dan pengujian berkala terhadap pesawat angkat dan angkut, seperti tower crane, merupakan langkah fundamental untuk menjamin kelaikan operasional dan

keselamatan kerja di lapangan. Implementasi uji statis dan dinamis yang sesuai standar, disertai dengan penerapan manajemen keselamatan berbasis regulasi dan teknologi, akan menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman, efisien, dan berkelanjutan. Oleh karena itu, kajian ini berfokus pada penerapan pemeriksaan dan pengujian tower crane berdasarkan regulasi nasional serta standar internasional untuk mendukung penguatan budaya keselamatan di industri konstruksi.

2. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengujian mengambil data teknis dan riwayat pemakaian pesawat angkat dan angkut di area kerja tersebut untuk menilai kelaikan dan faktor – faktor keselamatan. Prosedur pemeriksaan dan pengujian terhadap *tower crane* dilakukan dengan beberapa langkah sesuai Permenaker No. 8 Tahun 2020 meliputi pemakaian panduan berupa standar *form checklist* kemudian dilakukan pemeriksaan dokumen; serta pengujian beban dan fungsi.

Metode pengujian yang digunakan mengacu pada regulasi Permenaker No. 8 Tahun 2020, meliputi:

- Uji Statis, Pengujian dilakukan dengan membebani crane hingga 125% dari kapasitas maksimumnya, dan mengamati apakah ada deformasi atau kegagalan struktur selama pengujian berlangsung.
- Uji Dinamis, Crane diuji dengan beban 110% dari kapasitas maksimumnya sambil melakukan pergerakan operasi normal, serta memastikan bahwa sistem pengereman dan kontrol bekerja dengan baik.
- Inspeksi Visual dan Fungsional, dengan pemeriksaan kondisi struktur, kabel baja, roda gigi, motor, dan sistem kelistrikan serta pengujian fungsional pada sistem keamanan seperti limiter beban, sistem darurat stop, dan sensor keselamatan lainnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemeriksaan Dokumen

Pemeriksaan terhadap dokumen legalitas *tower crane* ditemukan sebagai berikut:

- Nomor Surat Keterangan : 4438/TK.04.03.01/PK-WIL.1.BGR
- Surat Izin Operator : 86317-OPK-TC/PAA/IV/2019
- Stiker Riksa Uji.

Tabel 1.

Data Umum

1	Pemilik	:	PT. Nusa Raya Cipta, Tbk
2	Alamat	:	Jl. D.I Panjaitan No. 40 Jakarta Timur
3	Pemakai	:	PT. Nusa Raya Cipta, Tbk
4	Pengurus Kontraktor Utama/ Sub Kontraktor/ Penanggung Jawab	:	PT. Nusa Raya Cipta, Tbk
5	Lokasi Unit	:	Site Project Podomoro Golf View – Tower Ekki. Jl. Desa Leuwinanggung Kampung Palinggi, No. 7 Leuwinanggung, Kecamatan Tapos.
6	Jenis Pesawat	:	Tower Crane
7	Pabrik Pembuat	:	China Sanj Crane Co, Ltd
8	Merek / Type	:	CSC / SCT 6024
9	Tahun Pembuatan	:	2013

Tabel 1. (lanjutan)**Data Umum**

10	No. Serie / No. Unit	:	G133009
11	Kapasitas Angkat	:	2,4 Ton pada radius 60 Meter
12	Standard yang Dipakai	:	Permenaker No. 8 Tahun 2020 ASME B.30.3
13	Digunakan untuk	:	Menaikkan, memindahkan dan menurunkan barang
14	Nomor Surat Keterangan	:	4438/TK.04.03.01/PK-WIL.1.BGR
15	No. Lisensi K3 Operator / Masa Berlaku s/d	:	86317-OPK-TC/PAA/IV/2019
16	Data Riwayat Pesawat	:	Pemeriksaan Berkala

Tabel 2.**Data Teknis**

Spesifikasi Keran	1. Tinggi Menara	± 70 Meter		
	2. Jumlah Seksi	28 Seksi		
	3. Panjang Load JIB	60 Meter		
	4. Panjang Counter JIB	15 Meter		
Motor Penggerak	5. Kecepatan	Hoisting	Traversing	Slewing
		0 - 60 m/min	0 - 63 m/min	0 - 0.7 r/min
	1. Kecepatan	Hoisting	Traversing	Slewing
		0 - 60 m/min	0 - 63 m/min	0 - 0.7 r/min
	2. Daya (KW)	61,5Kw		
	3. Type	CPL 160.4-4FT		
	4. Putaran	1450 - 1740 rpm		
	5. Voltage (V)	380 V		
	6. Frekuensi	50 Hz		
	Rem			
Kait (Hook)	1. Jenis	Brake Drum		
	2. Type	YWZ3-315/90-10		
	3. Kapasitas	-		
Tali Kawat Baja	1. Type	Forged Crane Hook (Single)		
	2. Kapasitas	13 Ton		
	3. Material	Baja Karbon		
	1. Type	Regular Lay		
Ukuran Pondasi	2. Konstruksi	6 X 19 FC		
	3. Diameter	18.00 mm		
	4. Panjang	± 140 meter		
Ukuran Pondasi		4,5 m x 4,5 m x 1,5m		

3.2 Pengujian Beban Dinamis

Tujuannya adalah untuk mengetahui kemampuan alat dalam beroperasi secara aman saat mengangkat dan memindahkan beban dalam kondisi nyata yakni ketika alat bekerja dengan beban bergerak, berayun, atau berubah posisi.

**Gambar 1.**

Pengujian Beban Dinamis

Sumber (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Tabel 3.

Pengujian Beban Dinamis

No	Beban (Ton/Kg)	Panjang Jib Beban / Radius	Hasil	Keterangan
1	Tanpa Beban	Maksimum Hoisting Slewing Traversing Minimum Hoisting Slewing Traversing	Baik	Laik
2	2,100 kg 100%	Radius 60 meter. Hoisting dan Slewing	Baik	Laik

Catatan : Selama dan setelah pengujian telah diperiksa bagian – bagian utama keran tower : ~~Terjadi~~ / Tidak Terjadi Kesalahan.

3.3 Pengujian Beban Statis

Bertujuan untuk memastikan kekuatan struktur dan kestabilan alat saat menerima beban maksimum secara diam (tidak bergerak).

**Gambar 2.**

Pengujian Beban Statis

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

Tabel 4.**Pengujian Beban Statis**

No	Panjang JIB Beban / Radius	Beban Kerja Aman	Beban Uji	Keterangan
1	Panjang Jib = 60 meter Radius = 60 meter	2.400 kg	2.640 kg	Holding time 15 menit tidak terdapat penurunan

3.4 Perhitungan Stabilitas

Diketahui :

Berat Crane (Gc) = 54 T

Gcw = 18,6

T

Panjang Counter Jib = 15 m

Panjang Load Jib = 60 m

F2 =

136 T

F3 = 92 T

Dimensi Pondasi L = 4,5 m

Jawab :

$$\bullet \quad W_{\text{uji}} (60 \text{ m}) = 2,4 \times 1,1 \\ = 2,64 \text{ T (Pengujian jarak radius terpanjang)}$$

• Standar pondasi = 1,5 – 3 m
kedalaman pondasi 1,5 m, maka

:

$$Gf = p \times l \times t \times 2,4 \\ = 4,5 \times 4,5 \times 1,5 \times 2,4 \\ = 72,9 \text{ T}$$

$$\square = (Gcw \times p. \text{jib}) + (F2 \times 1,6) - (W_{\text{uji}} \times 60) - (F3 \times 1,6)$$

$$= (18,6 \times 15) + (136 \times 1,6) - (2,64 \times 60) - (92 \times 1,6)$$

$$= 279 + 217,6 - 158,4 - 147,2 \\ = 190,6$$

$$= \frac{190,6}{\frac{Gcw + Ge + Gf + F2 - F3}{F3}}$$

$$= \frac{190,6}{\frac{18,6 + 54 + 72,9 + 136 - 92}{92}}$$

$$= \frac{190,6}{189,5}$$

$$= 1,005$$

Kesimpulan:

$$1,005 < b/2$$

$$1,005 < 4,5/2$$

$$1,005 < 2,25 \text{ (Ok)}$$

Hasil akhir menunjukkan bahwa pondasi dengan kedalaman 1,5 m dan dimensi 4,5 m memiliki daya dukung yang cukup untuk menahan beban dan momen dari tower crane selama uji beban maksimum. Dengan demikian, struktur aman dan memenuhi syarat stabilitas sesuai standar pengujian pesawat angkat (Permenaker No. 8 Tahun 2020 dan ISO 9927-1:2013).

3.5 Pengukuran Tali Kawat Baja

Tabel 5.

Pengukuran Tali Kawat Baja

No	Penggunaan Pada	Diameter		Konstruksi	Jenis	Panjang	Umur	Cacat	
		Spek	Actual					Ada	Tidak
1	Tali Kawat Baja untuk pengangkatan	18 mm	18.00 mm	6x19 FC	Reg ul ar Lay	± 140 meter	-	-	☐

Kesimpulannya, hasil pemeriksaan menunjukkan tali kawat baja dalam kondisi laik pakai dan memenuhi persyaratan keselamatan pengoperasian tower crane.

3.6 Analisis Teknis Untuk Menentukan Kapasitas Kerja (Safe Working Load / Swl)

- Rule Of Thumb (ROT)

$$SWL = 8 \times d^2$$

$$SWL = 8 \times (0,708)^2$$

$$SWL = 4,01 \text{ Ton}$$

$$SWL = 4,01 \text{ Ton} \times 2 \text{ Alur} = 8,02 \text{ Ton}$$

- Luas penampang per kawat

$$F(114) = \frac{SW}{\frac{BL}{SF} - \frac{1}{20} \times 50000}$$

$$F(114) = \frac{18000}{5} - \frac{1}{20} \times 50000$$

$$F(114) = \frac{1417,8}{110 \text{ cm}^2}$$

$$F(114) = 1,288 \text{ cm}^2 = 128,8 \text{ mm}^2$$

- Tarikan kerja maksimum pada Wire Rope Sling

$$SW = \frac{Q}{n \times \text{Eff. Puli} \times \text{Eff. Gesek}}$$

$$SW = \frac{2640}{2 \times 0,951 \times 0,98}$$

$$SW = \frac{2640}{1,862}$$

$$SW = 1417,8 \text{ kg}$$

- Diameter minimum tali kawat baja

$$F = D^2 \times SW$$

$$128,8 = D^2 \times 0,785$$

$$D^2 = \frac{128,8}{0,785}$$

$$D^2 = 164,07 \text{ mm}$$

$$D = 12,80 \text{ mm}$$

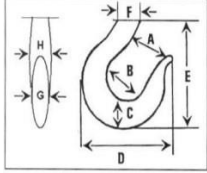
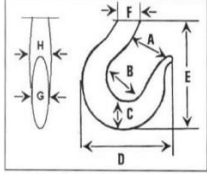
Kesimpulan :

- Wire rope sling yang digunakan memiliki faktor keamanan yang tinggi karena diameter aktual (18 mm) lebih besar dari diameter minimum (12,8 mm).
- Gaya tarikan kerja (1,417 ton) berada jauh di bawah batas aman SWL (4,01 ton per sling).
- Berdasarkan hasil tersebut, wire rope dinyatakan laik pakai dan aman digunakan dalam pengoperasian tower crane sesuai dengan standar Permenaker No. 8 Tahun 2020 dan ISO 4309:2017 (Cranes – Wire ropes – Care, maintenance, and discard).

3.7 Pengukuran Puli Hook

Tabel 6.

Pengukuran Puli Hook

No	Bagian Yang Diperiksa	Lokasi	Cacat		Keterangan
			Ada	Tidak ada	
1	SPEC A= 81.00 mm B = 91.00 mm C = 96.00 mm D = - E = - F = 62.00 mm G = - H = 46 mm	Kait Utama			Standard Spesifikasi : DIN 15401  13.000 kg
	AKTUAL A = 81.00 mm B = 93.00 mm C = 94.00 mm D = 256 mm E = 325 mm F = 61.80 mm G = 59.70 mm H = 45.00 mm	Kait Utama			Standard Spesifikasi : DIN 15401  13.000 kg

Catatan : Kait ditemukan adanya modifikasi yang dipergunakan untuk menggantikan safety latch

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian dan analisa data yang telah dilakukan dapat disimpulkan bawah tali kawat baja aman digunakan untuk struktur *tower crane* pada radius 60 meter dengan kemampuan mengangkat 2,4 ton. Pada saat uji beban statis tidak terdapat penurunan *motor hoist*. Terdapat modifikasi pada *hook* yang digunakan untuk menggantikan *safety latch* dengan cara mengelas pada bagian badan *hook*. Pada SIO Operator memenuhi syarat kelas I dengan ketinggian menara ± 70 meter. Manajemen yang bertanggung jawab agar mematuhi Undang – Undang yang berlaku. Hal yang diharapkan ialah menjaga kebersihan pada kabin dan menyediakan APAR serta P3K. Dalam pengoperasian tidak boleh melebihi SWL, Memperhatikan jadwal perawatan secara berkala, melakukan pelumasan pada *wire rope* dan *puli*, dan diharapkan untuk mengganti *hook* dengan yang baru, dalam pengoperasian diharapkan memperhatikan arah dan kecepatan angin, serta apabila unit berpindah ke lain lokasi atau mendapatkan modifikasi, agar dilakukan pemeriksaan dan pengujian ulang.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, R., & Kusuma, D. (2021). Analysis of static and dynamic load testing on wire rope sling using finite element method. *Journal of Mechanical Engineering Research*, 14(2), 45–54.
- ASME. (2013). Boiler and Pressure Vessel Code, Sections II.D, V, VIII, IX. *American Society of Mechanical Engineers*.
- Bureau of Labor Statistics. (2013). Injuries, illnesses, and fatalities in construction, 2012. *Washington, DC: U.S. Department of Labor*.

4. Cheung, C. M., & Chan, A. P. (2015). Construction industry tower crane hazard analysis. *International Journal of Construction Management*, 15(1), 26–39.
5. Fang, D., Huang, X., & Hinze, J. (2004). Benchmarking studies on construction safety management in China. *Journal of Construction Engineering and Management*, 130(3), 424–432.
6. Ginting, M. H., & Siregar, H. (2020). Experimental study of wire rope sling failure under dynamic loading conditions. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, 10(3), 567–576.
7. Imron, J., Pinto, G. P. M., & Hawari, Y. (2023). Penerapan keselamatan kesehatan kerja dengan metode riksa uji pada forklift model Fd30n (Caterpillar) di PT. XYZ. *Jurnal Sosial Teknologi*, 3(3), 174–189.
8. ISO. (2013). ISO 9927-1:2013 Cranes – Inspections – Part 1: General. *International Organization for Standardization*.
9. Lin, J., & Chen, Y. (2016). The development of construction safety performance evaluation: A review. *Automation in Construction*, 66, 121–132.
10. Lin, Y., Zhang, J., & Zhao, W. (2023). Fatigue behavior and safety assessment of steel wire ropes under cyclic dynamic loading. *Engineering Failure Analysis*, 151, 107427.
11. Mulyana, D., & Santoso, A. (2022). Evaluation of lifting equipment performance through static and dynamic load testing in maritime applications. *Ocean Engineering and Technology Journal*, 9(1), 12–23.
12. Permenaker No. 8 Tahun 2020 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Penggunaan Pesawat Angkat dan Angkut.
13. Permenaker No. 37 Tahun 2016 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Bejana Tekanan dan Tangki Timbun.
14. Pinto, G. P. M. (2025, September 30). Pemeriksaan, pengujian dan penerapan keselamatan dan kesehatan kerja pada air compressor tank. *Blueprint Journal*, 3(1), 90–94.
15. Tam, V. W., & Fung, I. W. (2012). Tower crane safety in the construction industry: A Hong Kong study. *Safety Science*, 50(5), 1085–1092.
16. Wang, X., Li, P., & Chen, R. (2024). Structural degradation and reliability evaluation of steel wire ropes under combined static–dynamic load conditions. *Journal of Constructional Steel Research*, 218, 108181.
17. Zhou, Q., Goh, Y. M., & Li, Q. (2015). Overview and analysis of safety management studies in the construction industry. *Safety Science*, 72, 337–350.