Evaluation of Crane Capacity Utilization Based on Lifting Plan in Steel Silo Assembly and Erection Works

Evaluasi Pemanfaatan Kapasitas Crane Berdasarkan Lifting Plan Pada Pekerjaan Assembly Dan Erection Silo Baja

Windi Hidayanti1, Muhammad Alvan Rizki2
{ windihidayanti02@gmail.com [1], alvanrizki@umsida.ac.id [2]}

[1,2] Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Abstract. *General Background: Steel silo assembly and erection works involve the lifting of large and heavy components, which pose a high level of safety risk; therefore, crane capacity utilization becomes a critical aspect of construction planning. Specific Background: In field practice, crane selection is often based solely on nominal capacity without comprehensive consideration of operational factors, making a structured lifting plan essential. Knowledge Gap: Although previous studies discuss general lifting methods, comprehensive evaluations of crane capacity utilization based on actual lifting plan documents for steel silo structures remain limited. Aims: This study aims to evaluate crane capacity utilization based on lifting plan documents for steel silo assembly and erection works. Results: The evaluation indicates that during the assembly stage, the utilization of a 25-ton crane ranges from 11% to 58%, whereas during the erection stage, the utilization of a 50-ton crane ranges from 75% to 76%, remaining within acceptable safety limits. Novelty: This work introduces an empirical assessment linking lifted loads, working radii, boom lengths, and Safe Working Load (SWL) percentages across distinct assembly and erection phases. Implications: Utilizing lifting plan evaluations ensures operational safety while supporting work efficiency as a reference for heavy lifting operations in similar steel structure projects.*
Keywords *Crane Capacity Utilization, Lifting Plan, Assembly, Erection, Steel Silo, Safe Working Load*

Abstrak. Latar Belakang Umum: Pekerjaan perakitan dan pemasangan silo baja melibatkan pengangkatan komponen besar dan berat, yang menimbulkan risiko keselamatan tinggi; oleh karena itu, pemanfaatan kapasitas crane menjadi aspek penting dalam perencanaan konstruksi. Latar Belakang Spesifik: Dalam praktik lapangan, pemilihan crane sering kali hanya didasarkan pada kapasitas nominal tanpa mempertimbangkan faktor operasional secara komprehensif, sehingga rencana angkat yang terstruktur sangat penting. Kesenjangan Pengetahuan: Meskipun studi sebelumnya membahas metode pengangkatan umum, evaluasi komprehensif pemanfaatan kapasitas crane berdasarkan dokumen rencana angkat aktual untuk struktur silo baja masih terbatas. Tujuan: Studi ini bertujuan mengevaluasi pemanfaatan kapasitas crane berdasarkan dokumen rencana angkat untuk pekerjaan perakitan dan pemasangan silo baja. Hasil: Evaluasi menunjukkan bahwa selama tahap perakitan, pemanfaatan crane 25 ton berkisar antara 11% hingga 58%, sedangkan pada tahap pemasangan, penggunaan crane 50 ton berkisar antara 75% hingga 76%, tetap dalam batas keselamatan yang dapat diterima. Kebaruan: Pekerjaan ini memperkenalkan penilaian empiris yang menghubungkan beban angkat, radius kerja, panjang boom, dan persentase Beban Kerja Aman (SWL) di berbagai fase perakitan dan pemasangan. Implikasi: Memanfaatkan evaluasi rencana pengangkatan memastikan keselamatan operasional sekaligus mendukung efisiensi kerja sebagai referensi untuk operasi angkat berat dalam proyek struktur baja serupa.
Kata kunci: Pemanfaatan Kapasitas Crane, Rencana Pengangkatan, Perakitan, Pemasangan, Silo Baja, Beban Kerja Aman

I. PENDAHULUAN

Pekerjaan *assembly* dan *erection* merupakan bagian penting dalam konstruksi struktur silo baja yang melibatkan pengangkatan komponen berukuran besar dan berat. Pekerjaan pengangkatan tersebut memiliki risiko yang cukup tinggi terhadap keselamatan kerja dan stabilitas struktur apabila tidak direncanakan dan diperhitungkan dengan baik. Oleh karena itu, perencanaan pengangkatan melalui penyusunan *lifting plan* serta pemanfaatan kapasitas *crane* yang tepat menjadi faktor penting dalam menjamin keselamatan dan kelancaran pekerjaan.

Pada pelaksanaan pekerjaan konstruksi, pemanfaatan *crane* kerap kali hanya didasarkan pada kapasitas nominal alat tanpa memperhatikan pengaruh radius angkat, panjang *boom*, konfigurasi *rigging*, serta beban tambahan seperti *hook block*. Kapasitas angkat *crane* sangat dipengaruhi oleh faktor tersebut yang sudah tercantum dalam *load chart crane* yang digunakan. Ketidaksesuaian antara beban angkat dan kapasitas *crane* berpotensi menimbulkan kondisi *overload* (kelebihan beban), ketidakstabilan alat, hingga kecelakaan kerja [1], [2].

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas perencanaan *lifting* dan metode pelaksanaan *erection* pada struktur baja, baik dari sisi produktivitas maupun keselamatan kerja [3], [4]. Namun demikian, kajian mengenai pemanfaatan kapasitas *crane* berdasarkan dokumen *lifting plan* pada pekerjaan silo baja menggunakan data proyek aktual masih

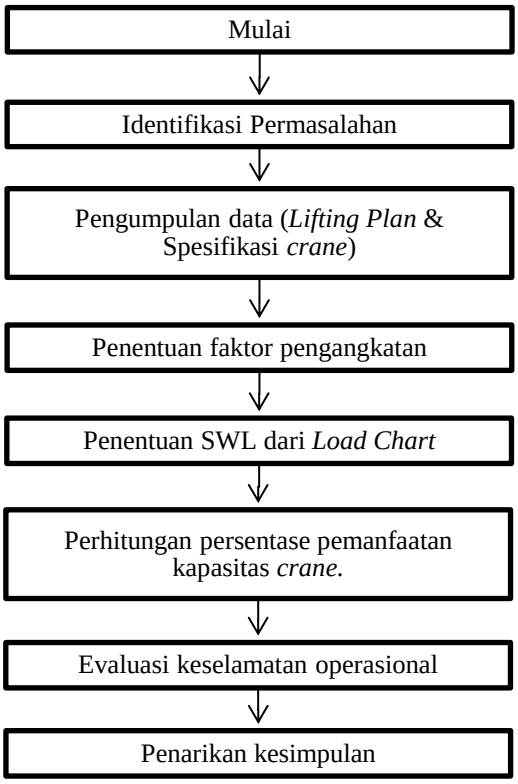
terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada evaluasi pemanfaatan kapasitas *crane* beerdasarkan faktor teknis *lifting plan* untuk menilai tingkat penggunaan *Safe Working Load* (SWL) serta dampaknya terhadap keselamatan dan efisiensi pekerjaan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kesesuaian pemanfaatan kapasitas *crane* pada pekerjaan *assembly* dan *erection* silo baja berdasarkan dokumen *lifitng plan*, menganalisis persentase beban angkat terhadap *Safe Working Load* (SWL) pada setiap tahapan pengangkatan, serta menilai tingkat keselamatan operasional berdasarkan standar dan regulasi yang berlaku.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penulisan ini adalah metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi kasus pada pekerjaan *assembly* dan *erection* silo baja. Objek penelitian adalah pekerjaan pengangkatan yang tercantum dalam dokumen *Assembly and Erection Lifting Plan* proyek [5].

Alur penelitian ini disajikan dalam bentuk diagram alir sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 1.** Diagram alir menggambarkan tahapan kegiatan yang dimulai dari identifikasi permasalahan, pengumpulan data *lifting plan* dan spesifikasi *crane*, penentuan faktor pengangkatan, penentuan nilai SWL berdasarkan *load chart*, perhitungan persentase pemanfaatan kapasitas *crame*, hingga evaluasi hasil dan penarikan kesimpulan.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Data yang digunakan meliputi spesifikasi teknis *crane*, berat beban angkat, radius kerja, panjang *boom*, serta nilai *Safe Working Load* (SWL) berdasarkan *load chart* crane yang digunakan. *Crane* yang digunakan terdiri dari *rough terrain crane* KATO KR25H-V5 berkapasitas 25 ton yang digunakan pada tahap *assembly* dan *rough terrain crane* KOBELCO T550 berkapasitas 50 ton yang digunakan pada tahap erection [6], [7].

Tahapan analisis meliputi identifikasi faktor pengangkatan pada setiap aktivitas *lifting*, penentuan nilai SWL berdasarkan *load chart* sesuai konfigurasi pengangkatan, perhitungan persentase beban angkat terhadap SWL, serta evaluasi tingkat keselamatan operasional berdasarkan kriteria pengangkatan aman yang direkomendasikan dalam standar ASME B30.5 dan regulasi nasional terkait pesawat angkat [8] [9]. Dalam pengangkatan ini, tingkat pemanfaatan SWL di bawah 85% dianggap berada dalam kondisi aman.

Namun penelitian ini memiliki keterbatasan, yaitu tidak mempertimbangkan pengaruh eksternal seperti kondisi angin, karakteristik tanah pendukung *crane*, serta faktor kesalahan operator yang dapat mempengaruhi stabilitas pengangkatan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

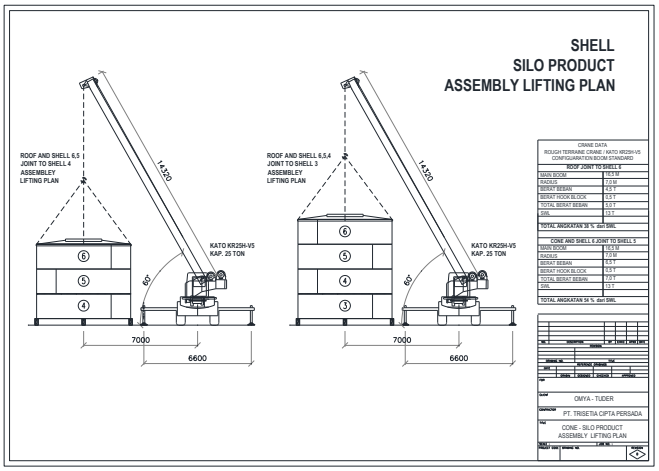
A. Hasil

Berdasarkan dokumen *Silo Product Assembly and Erection Lifting Plan*, pekerjaan pengangkatan silo baja dibagi menjadi dua tahapan, yaitu tahap *assembly* dan tahap *erection*. Pembagian tahapan ini didasarkan pada urutan konstruksi dan perbedaan beban dan konfigurasi pengangkatan yang digunakan pada setiap tahapan. Faktor yang

dianalisis meliputi berat beban angkat, radius kerja, panjang *main boom*, serta nilai *Safe Working Load* (SWL) yang diperoleh dari *load chart crane*.

Pada tahap *assembly* pekerjaan pengangkatan dilakukan pada komponen silo yang masih terpisah dan memiliki berat yang relatif lebih kecil, umumnya dilakukan pada radius kerja yang pendek dan variasi panjang *main boom* yang menyesuaikan kondisi lapangan [4], [6]. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa persentase pemanfaatan kapasitas *crane* KATO KR25H-V5 berada pada kisaran 11% hingga 58% dari nilai SWL. Nilai tersebut menunjukkan bahwa beban yang diangkat masih jauh di bawah kapasitas maksimum *crane*.

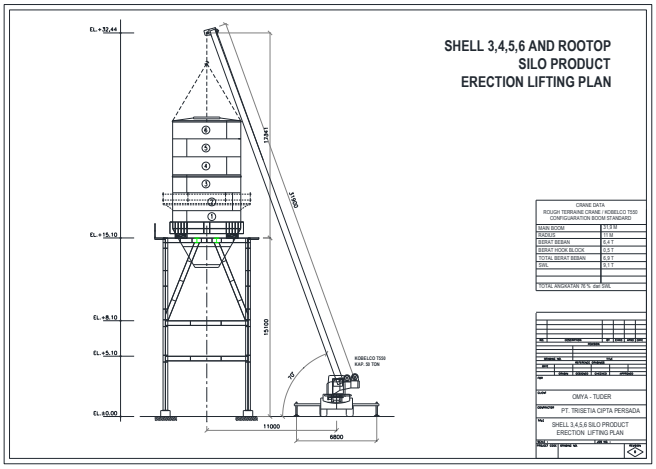
Persentase pemanfaatan kapasitas terendah terjadi pada pengangkatan *cone segmen* awal, sedangkan pemanfaatan tertinggi terjadi pada pengangkatan gabungan *cone* dan *shell*. Meskipun terjadi peningkatan pada beberapa tahapan, seluruh pengangkatan pada tahap *assembly* masih berada dalam batas aman.



Gambar 2. *Assembly lifting plan*

Pada tahap *erection*, pengangkatan dilakukan pada komponen silo *column* dan *beam* serta komponen silo yang telah selesai di *assembly*, sehingga memiliki berat dan dimensi yang lebih besar [3], [10]. Pengangkatan dilakukan pada elevasi yang lebih tinggi dengan radius kerja yang lebih besar dibandingkan dengan tahap *assembly*. Hasil analisis menunjukkan bahwa persentase pemanfaatan kapasitas *crane* KOBELCO T550 berada pada kisaran 75-76% dari nilai SWL.

Nilai pemanfaatan tersebut merupakan nilai tertinggi dalam seluruh tahapan pengangkatan yang terjadi pada proses *erection shell* dan *rooftop*. Meskipun mendekati batas operasional, seluruh tahapan *erection* masih berada dalam batas aman.



Gambar 3. *Erection lifting plan*

Hasil evaluasi pemanfaatan kapasitas *crane* pada setiap tahapan pekerjaan *assembly* dan *erection* silo baja disajikan pada **Tabel .**

Tabel 1. Evaluasi lifting plan

Tahap Pekerjaan	Crane	Berat Beban	Radius (m)	Main Boom	SWL (Ton)	SWL (%)	Keterangan

			(Ton)		(m)			
1	Cone Segmen 1-2	KATO KR25H-V5	1.8	6	9.5	16.3	11	Aman
2	Cone Segmen 1-3	KATO KR25H-V5	3	6.5	9.5	15.1	20	Aman
3	Cone Joint To Shell 1	KATO KR25H-V5	6.1	7	16.5	13	47	Aman
4	Cone+Shell 1 Joint To Shell 2	KATO KR25H-V5	7.5	7	14.5	13	58	Aman
5	Flip Cone+Shell 1-2	KATO KR25H-V5	7.5	7	14.5	13	58	Aman
6	Roof Joint To Shell 6	KATO KR25H-V5	2.5	7	16.5	13	19	Aman
7	Roof+Shell 6 Joint To Shell 5	KATO KR25H-V5	3.5	7	16.5	13	27	Aman
8	Roof+Shell 5-6 Joint To Shell 4	KATO KR25H-V5	5	7	16.5	13	38	Aman
9	Roof+Shell 4-6 Joint To Shell 3	KATO KR25H-V5	7	7	16.5	13	54	Aman
10	Erection Column and Beam	KOBELCO T550	9.3	9.5	24.8	12.45	75	Aman
11	Erection Cone+Shell 1-2	KOBELCO T550	7.5	10	27.1	10	75	Aman
12	Erection Shell 3-6 + Rooftop	KOBELCO T550	6.9	11	31.9	9.1	76	Aman

B. Pembahasan

Hasil evaluasi pada tahap *assembly* menunjukkan bahwa pemanfaatan kapasitas *crane* KATO KR25H-V5 berada pada tingkat relatif rendah hingga sedang. Kondisi ini menunjukkan perencanaan *lifting plan* yang mengutamakan keselamatan dengan *margin* keselamatan yang cukup besar. *Margin* kapasitas yang tinggi penting untuk mengantisipasi kondisi lapangan yang tidak terduga, seperti variasi berat aktual komponen, pengaruh *rigging*, serta potensi perubahan radius kerja selama proses pengangkatan.

Pemanfaatan kapasitas *crane* yang berada di bawah 60% juga memberikan fleksibilitas yang lebih baik dan mengurangi risiko terjadinya *overload* [2], [4]. Hal ini sesuai dengan rekomendasi praktik perencanaan pengangkatan pada pekerjaan struktur baja yang menekankan aspek keselamatan sebagai prioritas utama.

Pada tahap *erection*, hasil evaluasi menunjukkan bahwa pemanfaatan kapasitas *crane* KOBELCO T550 berada pada kisaran 75-76% dari nilai SWL. Nilai ini mendekati batas operasional *crane*, namun masih berada dalam kategori aman berdasarkan standar ASME B30.5 yang merekomendasikan batas pemanfaatan di bawah 85% [8]. Kondisi ini menunjukkan bahwa *crane* dipilih dan digunakan secara optimal sesuai dengan kebutuhan pengangkatan.

Meskipun demikian, tingkat pemanfaatan yang relatif tinggi dapat pada tahap *erection* memerlukan pengendalian faktor yang lebih ketat. Faktor tersebut meliputi kestabilan *crane*, ketepatan pengaturan radius kerja, kondisi permukaan tanah, serta koordinasi antara operator *crane* dan *rigger*. Kesalahan kecil pada salah satu faktor tersebut berpotensi meningkatkan risiko keselamatan sebagaimana dijelaskan dalam kajian risiko pengangkatan berat dan manajemen keselamatan *crane* [1], [2].

Secara keseluruhan, pemisahan antara hasil dan pembahasan memberikan gambaran yang lebih sistematis mengenai kinerja pemanfaatan kapasitas *crane.* Evaluasi berbasis persentase *Safe Working Load* (SWL) mampu memberikan gambaran tingkat keselamatan operasional dan menjadi dasar dalam pengambilan keputusan dalam perencanaan dan pelaksanaan pekerjaan *assembly* dan *erection* silo baja.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi pemanfaatan kapasitas *crane* yang mengacu pada dokumen *lifting plan* pada pekerjaan *assembly* dan *erection* silo baja, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan kapasitas *crane* telah sesuai dengan faktor pengangkatan dan standar keselamatan yang berlaku. Pada tahap *assembly*, pemanfaatan kapasitas *crane* relatif rendah sehingga memberikan margin keselamatan yang besar. Pada tahap *erection*, pemanfaatan kapasitas *crane* mendekati batas operasional namun masih berada dalam batas aman sesuai dengan standar nasional maupun internasional [8], .

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa evaluasi pemanfaatan kapasitas *crane* berdasarkan *lifting plam* merupakan langkah penting dalam menjamin keselamatan dan efisiensi pekerjaan pengangkatan struktur silo baja. Pendekatan ini dapat dijadikan acuan dalam perencanaan pengangkatan berat pada proyek sejenis. Untuk penelitian selanjutnya

disarankan agar analisis dilengkapi dengan pertimbangan faktor eksternal dan evaluasi risiko dinamis untuk meningkatkan kelancaran perencanaan pengangkatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak perusahaan tempat pelaksanaan kegiatan, khususnya tim proyek yang telah memberikan akses data dan dokumen teknis berupa *lifting plan* sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama proses penyusunan artikel. Apresiasi juga disampaikan kepada rekan-rekan yang telah membantu dan memberikan dukungan selama pelaksanaan dan penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

[1] J. S. Zhang, "Safety risk assessment of heavy lifting operations in assembly building construction," *Safety Science*, 2023.

[2] R. S. McCann, *Crane Safety and Risk Management in Heavy Lifting Operations*, New York: McGraw-Hill, 2018.

[3] D. D. Sukamto, A. Amarwati, and B. Karopeboka, "Analisis Pemilihan Metode Pelaksanaan Untuk Produktivitas Erection Struktur Baja Stasiun Light Rail Transit Bekasi," *Jurnal Teknik Sipil dan Konstruksi*, 2024.

[4] S. Hu, Y. Fang, and Y. Bai, "Automation and optimization in crane lift planning: A critical review," *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 49, 2021.

[5] P. Persada Trisetia Cipta, "Assembly and Erection Lifting Plan – Silo Product," PT Trisetia Cipta Persada, Pasuruan, 2025.

[6] L. KATO Works Co., *Load Chart and Technical Data KR25H-V5*, Japan: KATO Works Co., Ltd., 2020.

[7] K. C. Machinery, *Load Chart T550 Rough Terrain Crane*, Japan: KOBELCO Construction Machinery, 2019.

[8] A. S. o. M. Engineers, "ASME B30.5: Mobile and Locomotive Cranes," ASME, New York, 2021.

[9] K. K. R. Indonesia, "Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2020 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pesawat Angkat dan Pesawat Angkut," Kementerian Ketenagakerjaan RI, Jakarta, 2020.

[10] Z. Li and X. Wang, "Stability analysis of large-scale steel silos during erection process," *Journal of Structural Engineering*, 2022.

[11] A. R. Pratama and H. Wicaksono, "Evaluasi Stabilitas Crane Berbasis Analisis Beban Dinamis Pada Proyek Konstruksi Baja," *Jurnal Rekayasa Sipil*, vol. 18, no. 2, pp. 110–118, 2024.

[12] S. Hartini and N. Kadarina, "Manajemen Risiko Keselamatan Kerja Pada Pengangkatan Komponen Berat Konstruksi Terintegrasi," *Jurnal Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan*, vol. 5, no. 1, pp. 45–54, 2023.

[13] D. A. Prasetyo and T. Ridwan, "Optimalisasi Konfigurasi Boom Dan Radius Kerja Mobile Crane Menggunakan Metode Lifting Plan," *Jurnal Konstruksia*, vol. 16, no. 1, pp. 60–69, 2024.

[14] Y. A. Nugroho and R. Hartono, "Analisis Pengaruh Ground Bearing Pressure Terhadap Keamanan Operasional Crane Pada Erection Silo," *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, vol. 25, no. 2, pp. 130–139, 2024.

[15] F. X. Suparlan, *Manajemen Alat Berat Dan Keselamatan Kerja Konstruksi*, Jakarta: Bumi Aksara, 2021.