

## ASSESSMENT OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH RISKS FOR WORKERS OPERATING CRANES ON THE SIGLI-BANDA ACEH TOLL ROAD PROJECT

Penilaian Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Pekerja  
Pengoperasian Cranes pada Proyek Jalan Tol Sigli-Banda Aceh

Muhammad Nasir<sup>1\*</sup>, Putri Ariscasari<sup>1</sup> dan Asnawi Abdullah<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Aceh, Aceh, Indonesia

<sup>2</sup>Magister Kesehatan Masyarakat, Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Aceh, Aceh, Indonesia

\*nasir.muhammad069@gmail.com

### ABSTRACT

**Background:** Operating a crane is a high-risk activity at a construction site. In addition to the potential for serious injuries or death, crane accidents can also result in significant property damage and impact to the project's budget and schedule. Crane accidents can also harm a company's reputation. This research aims to identify dangers and risks in crane work activities on the Sigli-Banda Aceh toll road project, especially section 3. **Method:** The research was conducted using observation, interviews, and the Job Safety Analysis (JSA) method. Risk analysis using semi-quantitative methods. The sample in this research were 2 Crawler Cranes, 2 Operators and 1 Supervisor. This research was conducted for 4 days from 16 to 19 October 2020. **Results:** The results of the Crane work activity assessment found 64.7% in the very high/extreme risk category, 23.52% in the high risk category, and 11.76% in the medium risk category. The high and very high/extreme risk value categories are found in lifting activities with identified risks are electric shock, falls from a height, broken bones, broken girders and fatalities. JSA is one of the tools used as a risk management effort. It is recommended that workers always attend the Tool Box Meeting and carry out each stage of work with JSA guidance. **Recommendation:** The advice given based on this research is to carry out control measures following the results of the hazard and risk assessment identified based on the JSA, carry out routine housekeeping, standby fire extinguishers on each crane, and provide shaded places considering that workers working in the field are exposed to heat exposure.

**Keywords:** JSA, Hazard, Risk, Crane, Toll Road

### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Mengoperasikan crane merupakan aktivitas berisiko tinggi di lokasi konstruksi. Selain potensi cedera serius atau kematian, kecelakaan crane juga dapat mengakibatkan kerusakan properti yang signifikan serta berdampak pada anggaran dan jadwal proyek. Kecelakaan crane juga dapat merugikan reputasi perusahaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi bahaya dan risiko pada aktivitas pekerjaan crane pada proyek jalan tol Sigli-Banda Aceh khususnya seksi 3. **Metode:** Penelitian dilakukan dengan menggunakan observasi, wawancara, dan metode Job Safety Analysis (JSA). Analisis risiko menggunakan metode semi kuantitatif. Sampel dalam penelitian ini adalah 2 Crawler Crane, 2 orang Operator dan 1 orang Supervisor. Penelitian ini dilakukan selama 4 hari dari tanggal 16 sampai dengan 19 Oktober 2020. **Hasil:** Hasil penilaian aktivitas kerja Crane terdapat 64.7% kategori risiko sangat tinggi/ekstrim, 23.52% kategori risiko tinggi, dan 11.76% kategori risiko medium. Kategori nilai risiko tinggi dan sangat tinggi/ekstrim terdapat pada aktivitas pengangkatan dengan risiko yang teridentifikasi yaitu tersetrum arus listrik, terjatuh dari ketinggian, patah tulang, patah Girder dan fatality. JSA merupakan salah satu tools yang digunakan sebagai upaya manajemen risiko, disarankan kepada pekerja untuk selalu mengikuti Tool Box Meeting dan melaksanakan setiap tahapan kerja dengan panduan JSA. **Saran:** Saran yang diberikan berdasarkan penelitian ini adalah melakukan tindakan pengendalian sesuai dengan hasil penilaian bahaya dan risiko yang teridentifikasi berdasarkan JSA, melakukan housekeeping secara rutin, APAR standby disetiap crane serta menyediakan tempat teduh mengingat pekerja bekerja dilapangan terpapar dengan paparan panas.

**Kata Kunci:** JSA, Hazard, Risiko, Crane, Jalan Tol

## PENDAHULUAN

*Crane* (keran angkat) merupakan komponen utama dalam industri konstruksi termasuk konstruksi jalan tol, namun kecelakaan akibat penggunaannya masih terlalu sering terjadi. Pembangunan jalan tol membutuhkan alat berat untuk memudahkan dalam bekerja baik dalam rangka menggali, menimbun, menggeser, maupun mengangkut. Di beberapa negara kejadian kecelakaan kerja akibat penggunaan *crane* kerap terjadi, salah satunya di Amerika Serikat pada kurun waktu tahun 2011-2017 telah terjadi 297 kematian pekerja akibat aktivitas penggunaan *crane*, dengan rata-rata 42 kematian pertahun penyebab utamanya adalah tertimpa objek dan perlengkapan. Pada tahun 2015 insiden terkait *crane* terjadi di Mekah, Arab Saudi, dalam insiden ini setidaknya 108 orang meninggal dunia dan 238 orang mengalami luka-luka penyebab utama kejadian ini adalah akibat cuaca buruk yang kemudian dikategorikan sebagai *Natural Technological Incident (Na-Tech)* dan merupakan kejadian bencana terparah akibat *crane* yang tercatat di Arab Saudi (Farouk et al., 2018; U.S Bureau of Labor Statistics, 2017; Walls et al., 2016; Zhou et al., 2018).

Faktor kontribusi terjadinya kejadian kecelakaan yang melibatkan *crane* sangat kompleks, pemerintah *New South Wales* bersama *RMIT University* mengeluarkan sebuah model yang disebut *The Crane Safety Causation Model* yang menjelaskan faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya insiden kecelakaan *crane* pada berbagai tingkatan di tempat kerja. Faktor-faktor tersebut diklasifikasikan menjadi 3 tingkatan utama yaitu *originating influences*, *shaping factor*, dan *immediate incident circumstances*. Salah satu faktor penyebab adalah faktor manajemen risiko

proyek (New South Wales & RMIT University, 2020). Dengan berbagai riwayat kejadian terkait *crane* menuntut setiap perusahaan untuk secara serius melakukan manajemen berbagai risiko yang mungkin terjadi dari aktivitas operasional *crane* seperti kegagalan struktural *crane*, terbalik atau runtuh, *crane* atau muatannya bersentuhan atau bertabrakan dengan orang atau instalasi dan bangunan lain, objek terjatuh. Manajemen risiko pada operasional paling tidak terdiri dari identifikasi bahaya, penilaian risiko, menyusun dan meninjau tindakan pengendalian. Identifikasi bahaya merupakan tahapan pertama kali yang dilakukan dalam manajemen risiko, tahapan ini dilakukan untuk mengidentifikasi semua hazard yang berkaitan dengan *crane* di lokasi kerja, beberapa hazard yang umum ditemukan pada aktivitas penggunaan *crane* adalah struktur *crane*, tabrakan dengan objek lain, cuaca buruk, benda terjatuh dan jatuhnya operator dari ketinggian (Safe Work Australia, n.d.).

Kecelakaan *Crane* dalam *Crane Accident Statistic Comparison* (2002) menyatakan bahwa dari Tahun 2000 sebanyak 184 kasus dengan 68 jiwa meninggal, Tahun 2001 sebanyak 172 kasus dan 107 jiwa meninggal, dan Tahun 2002 sebanyak 171 kasus dan 91 jiwa meninggal. Aktivitas kerja *crane* juga pernah mengalami kecelakaan dari hancurnya alat sampai nyawa yang menjadi korban. Kecelakaan *crane* yang pernah terjadi Tahun 2015, yaitu jatuhnya *crane* menimpa jama'ah Haji yang sedang melakukan Tawaf. Korban yang menimpa musibah tersebut berasal dari berbagai Negara. Korban yang meninggal sejumlah 111 orang dan korban yang luka-luka sejumlah 394 orang. Dalam kecelakaan tersebut juga menimpa jamaah Haji Warga Negara Indonesia (WNI) yaitu 12 jamaah

meninggal dan 49 jamaah luka-luka. Kecelakaan ini akibat iklim, yaitu angin kencang yang membuat alat Crane jatuh (Putra dkk, 2017).

*Job Safety Analysis* (JSA) merupakan salah satu pendekatan yang efisien digunakan untuk mengukur penilaian risiko keselamatan. JSA cocok digunakan untuk industri konstruksi dimana kondisi lingkungan kerja bisa saja berubah, pekerja berpindah-pindah lokasi selama bekerja dan mereka sering kali terancam oleh aktivitas yang dilakukan oleh tim lain (Rozenfeld et al., 2010).

Crane memiliki fungsi untuk memudahkan dalam kegiatan angkat material. Pekerjaan ini memerlukan tenaga ahli yang sudah memiliki Surat Izin Layak Operasi (SILO) atau Surat Izin Operasi (SIO). Perlu dilakukan penilaian bahaya dan risiko pada penggunaan Crane di proyek ini supaya mengetahui prioritas risiko keselamatan dan kesehatan yang memerlukan pengendalian risiko pada proses pekerjaan angkat angkut menggunakan crane.

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan desain deskriptif observasional, penilaian risiko dilakukan dengan menggunakan metode *Job Safety Analysis* (JSA) dianalisis secara kuantitatif dengan menggunakan matriks risiko berdasarkan ISO 31000:2009. Penelitian ini dilakukan di jalan tol Sibanceh (Sigli-Banda Aceh) Seksi 3: Jantho-Indrapuri yang dilakukan oleh PT. Adhi Karya. Objek yang dijadikan sampel adalah 2 unit *Crawler Crane*, 2 orang operator *crane*, dan 1 orang supervisor.





Hasil dari identifikasi risiko di tentukan tingkat keparahan suatu pekerjaan dengan menggunakan metode Matriks Risiko, yaitu dengan rumus:  $L/F \times S/C = R$ .

dengan (L/F)= kemungkinan/frekuensi, (S/C)= keparahan/konsekuensi, dan (R)= nilai risiko. Matriks risiko yang digunakan sesuai dengan panduan PT. Adhi Karya (Persero) Tbk sebagai berikut

**Tabel 1. Matriks Risiko PT. Adhi Karya (Persero) Tbk**

		Keparahan/Konsekuensi (S/C)				
		1	2	3	4	5
(L/F)	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5

Keterangan :

-  Risiko Rendah
-  Risiko Medium
-  Risiko Tinggi
-  Risiko sangat Tinggi/Ekstrim

**L/F**

5 = *Almost certain* (hampir pasti terjadi/sangat mungkin terjadi)

4 = *Probable /likely* (besar kemungkinan terjadi)

3 = *Possible* (mungkin terjadi)

2 = *Unlikely* (kecil kemungkinan)

1 = *Almost impossible/rare* (Hampir tidak mungkin/jarang terjadi)

**S/C**

1 = Tidak terjadi kecelakaan

2 = Terjadi kecelakaan dan perlu tindakan P3K

3 = Terjadi kecelakaan dan perlu bantuan medis atau rawat jalan

4 = Terjadi kecelakaan dan perlu rawat RS

5 = Terjadi kecelakaan menimbulkan kematian atau cacat tetap

### HASIL

Penelitian ini dilakukan selama 4 hari mulai dari tanggal 16-20 Oktober 2020, peneliti melakukan wawancara pada supervisor dan observasi untuk menilai *severity* dan *probability*. Berikut merupakan ringkasan aktivitas penggunaan *crawler crane*:

**Tabel 2. Summary Analisis Aktivitas**

Aktivitas	Tahapan
Persiapan	Mempersiapkan area lapangan
Aktivitas kerja <i>crawler crane</i>	1. Mengaitkan dan mengikat <i>Girder</i> 2. Mengangkat 3. <i>Girder</i> 4. Menurunkan dan melepaskan <i>Girder</i>
Perkuatan <i>girder</i>	1. Kekuatan besi 2. Pengelasan 3. Bekerja pada ketinggian 4. <i>House Keeping</i>

Aktivitas yang dilakukan dalam penggunaan *crawler crane* meliputi tahapan persiapan, tahapan pelaksanaan aktivitas kerja, dan tahapan perkuatan *girder*. Berdasarkan hasil identifikasi aktivitas pekerja, selanjutnya peneliti melakukan identifikasi bahaya, dan risiko menggunakan metode JSA. Adapun hasil identifikasi bahaya dan penilaian risiko dituliskan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Frekuensi Kategori Risiko**

Kategori	Frekuensi (f)	Persen (%)
Sangat Tinggi/Ekstrim	1	64.70
Tinggi	4	23.53
Medium	2	11.76
<b>Jumlah</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

Tabel 3 merupakan ringkasan frekuensi risiko berdasarkan hasil penilaian risiko, hampir 65% bahaya yang teridentifikasi berada pada kategori sangat tinggi atau ekstrim. Hal ini mengindikasikan pekerjaan dengan menggunakan *crawler crane* merupakan aktivitas dengan risiko kerja tinggi dengan dampak signifikan.

Pada tahap persiapan terdapat 2 bahaya dengan kategori sangat tinggi/ekstrim yaitu aliran Listrik dan posisi tanah yang tidak stabil (miring), hal ini membuat peneliti memberikan penilaian

yang ekstrim mengingat hasil observasi menunjukkan ada sumber energi Listrik yang tidak diisolasi. Selain ini posisi tanah yang menjadi landasan posisi *crabne crawler* tidak cenderung miring yang pada akhirnya menempatkan *crane* pada posisi yang tidak stabil sehingga kemungkinan *crane* terguling sangat tinggi dan menyebabkan tidak hanya cedera tetapi juga kerugian materil, kerusakan peralatan dan kemungkinan yang terburuk adalah *fatality*.

Sebagian besar aktivitas berisiko tinggi berada pada aktivitas kerja, tingginya risiko pada aktivitas pengangkatan disebabkan berat beban yang diangkat mencapai 32 Ton sehingga segala kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja harus dipertimbangkan. Pada aktivitas ini 7 bahaya masuk dalam kategori ekstrim, salah satu penyebabnya adalah karena terdapat interaksi yang tinggi antara peralatan kerja dan pekerja seperti pengaitan dan pengikatan *girder*, pengangkatan *girder* serta penurunan dan pelepasan *girder*. Pada tahapan terakhir yaitu penguatan *girder*, pada tahapan pekerjaan ini terdapat 2 bahaya yang masuk kedalam kategori sangat tinggi/ekstrim yaitu aktivitas pengelasan dan bekerja diketinggian.

## PEMBAHASAN

Pengoperasian *Crawler Crane* merupakan aktivitas yang penting untuk mengangkat girder namun pada aktivitas pengangkatan ini memiliki risiko kecelakaan yang tinggi, dalam proyek kontruksi, risiko merupakan suatu hal yang tidak dapat dihilangkan, tetapi dapat diminimalisir dampaknya. Untuk mencegah dan mengurangi kecelakaan, perusahaan menggunakan HIRADC (*Hazard Identification Risk Assesment And Risk Control*) dan JSA sebagai salah satu metode penilaian dan pengendalian risiko.

Pengangkatan girder merupakan kegiatan yang memiliki risiko sangat tinggi mulai dari kerusakan alat, tersenggol

pekerja, kondisi landasan lunak atau miring yang membuat *Crawler Crane* bisa terguling, tersetrum, bahkan sampai terjadinya kecelakaan maut. Oleh sebab itu, PT. Adhi Karya (Persero) Tbk mempercayakan Supervisor untuk bekerja sama dengan HSE dan anggota yang terlibat dalam aktivitas tersebut untuk melakukan pengendalian risiko kecelakaan kerja dengan membuat lembar JSA.

Aktivitas pengangkatan *girder* berdekatan dengan akses warga, kategori risiko medium, oleh karena itu harus diadakan pengalihan jalan dan memasang rambu-rambu pengalihan jalan dan rambu awas keluar masuk kendaraan proyek. Untuk pengendalian yang dapat dilakukan yaitu dengan memasang rambu-rambu keselamatan di jalan. Pada tahap persiapan sangat penting bagi supervisor memastikan kondisi tanah tidak lunak dan padat, posisi *crane* tidak miring dan daerah sekitar kondusif ketika pengoperasian *crane*. Tindakan pengendalian yang bisa dilakukan adalah menimbun dan tes kepadatan pada landasan area yang akan dilalui *crane*, serta memasang *plate* dengan ketebalan 12 mm sebagai landasan.

Hasil observasi menunjukkan adanya bahaya listrik yang bersumber dari aktivitas pengelasan yang diletakkan tanpa pengawasan pengamanan, tindakan pengendalian yang harusnya dilakukan adalah membuat *clearance zone* yang tidak berdekatan dengan peralatan kerja, *crane* dan terutama pekerja. Jika tindakan ini tidak memungkinkan, maka supervisor harus mengatur agar kabel dialihkan selama pekerjaan berlangsung atau *crane* harus dimodifikasi dengan penahan fisik yang sesuai (Health & Safety Training Ltd, 2020).

Pada aktivitas kerja, aktivitas mengaitkan dan mengikat *girder* dengan *sling* baja (*rigging*), untuk aktivitas ini Tindakan pengendalian yang paling tepat adalah melakukan inspeksi termasuk pemeriksaan secara visual dan tes beban

oleh pihak ketiga. Penting juga bagi *supervisor* memastikan permukaan tanah pada aktivitas lifting dan rigging bebas kontaminasi, dalam kondisi baik dan stabil, selain itu pegangan pekerja terhadap beban harus dipastikan erat salah satunya dengan penggunaan alat pelindung diri (APD) yang tepat yaitu sarung tangan *heavy duty* jika diperlukan gunakan perkakas (atau alat bantu mekanis) yang dapat menahan beban yang tidak nyaman dan menyediakan pegangan yang nyaman untuk mengangkat (HSE UK, 2020a).

Kemungkinan *crane* mengalami roboh antara lain, kondisi landasan kerja *crane* tidak padat, posisi *crane* miring, dan angin kencang, kategori risiko sangat tinggi/ekstrim. *Girder* mengayun dikarenakan angin di atas 16 Km/jam atau hujan dengan berlawanan arah mata angin. Mengayunnya *girder* berisiko sangat tinggi/ekstrim karena bisa mengakibatkan fatal, seperti tergulingnya *Crane* atau jatuhnya *girder*. Disini sangat dibutuhkan mengukur kecepatan angin dan memasang keranjang arah mata angin. Pengendalian yang dapat dilakukan yaitu memasang keranjang arah angin dan mengukur kecepatan angin. Kecepatan angin ketika *Erection Girder* adalah 02,8 m/s.

Pada aktivitas pemasangan *girder* terdapat aktivitas bekerja di ketinggian, dengan mempertimbangkan berbagai risiko terkait bekerja di ketinggian maka Tindakan pengendalian harus diterapkan untuk mampu mengelola risiko tersebut. Fokus perlindungan pada aktivitas di ketinggian adalah untuk meminimalisasi jarak dan dampak terjatuh dari ketinggian jika risiko tidak bisa dieliminasi salah satunya dengan memasang *safety net* dan *soft landing system* seperti *air bags*. Selain itu yang penting juga untuk digunakan adalah alat pelindung diri berupa *industrial rope access* dan *full body harness* (HSE UK, 2020b; ILO, 2020).

Aktivitas terakhir yang dilakukan adalah penurunan dan pelepasan *girder*,

tertimpa *girder* merupakan risiko yang sangat tinggi/ekstrim dan wajib berhati-hati dan komunikasi *rigger* dengan operator sangat diperlukan selain itu pengendalian juga dapat dilakukan dengan menerapkan jarak bekerja aman dan tidak boleh berada dekat dengan posisi kedudukan *girder* yang akan diturunkan.

Hasil wawancara menunjukkan beberapa upaya telah dilakukan oleh PT. Adhi Karya untuk mengendalikan bahaya dan risiko dalam aktivitas penggunaan *crane* yaitu identifikasi awal dan pemeriksaan kondisi *crawler crane*. Sebelum aktivitas pengangkatan dimulai peneliti dibantu HSE, melakukan pengecekan lapangan dan pengecekan permit (*General Safety Permit*), kedua operator telah memiliki surat izin operasi dan telah memiliki sertifikat alat. Hasil inspeksi pada kedua alat kerja menunjukkan alat dalam kondisi baik dan layak operasi.

Selain pemeriksaan alat dan kelengkapan berkas, tim HSE juga melakukan pemeriksaan kondisi kesehatan operator sebelum mengoperasikan *crane*. Seluruh peralatan angkat telah dipastikan dalam kondisi baik dan lengkap, penting bagi untuk memastikan kecepatan angin pada saat dilakukan pengukuran kecepatan angin dibawah 16 km/jam, sesuai dengan peraturan permenaker No. 8 Tahun 2020 tentang keselamatan dan kesehatan kerja pesawat angkat dan pesawat angkut jika kecepatan angin dilingkungan melebihi 38 km/jam maka operasi keran angkat harus dihentikan (Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI No. 8 Tahun 2020, 2020).

Sesuai dengan SOP perusahaan, sebelum operasi *crane* dimulai terlebih dahulu harus dilakukan tes beban (*Load Test*) berdasarkan standar OSHA 29 CFR 1910.179 sebelum digunakan *crane* harus diuji di bawah arahan pihak yang berwenang kemudian harus ada laporan tertulis yang mengkonfirmasi bahwa *load rating* sudah sesuai dengan kapasitas *crane* (OSHA, 2020).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Hasil identifikasi bahaya menunjukkan beberapa bahaya yang eksis ditemukan kondisi tanah yang mudah lembek, kondisi alat *crane* (robok, putus kawat baja, dll), dan pekerja (mudah tergores, jatuh dari ketinggian, dll), tetapi semua risiko yang akan terjadi sudah dikendalikan dengan panduan JSA. Penilaian risiko dilakukan dari pengecekan lapangan, aktivitas kerja, dan perkuatan *Crawler Crane*. Kategori risiko tinggi dan sangat tinggi/ekstrim terdapat pada aktivitas pengangkatan, sedangkan pada persiapan dan perkuatan *girder* terdapat kategori risiko medium, tinggi dan sangat tinggi/ekstrim.

### Saran

Saran yang diberikan berdasarkan penelitian ini adalah melakukan tindakan pengendalian sesuai dengan hasil penilaian bahaya dan risiko yang teridentifikasi berdasarkan JSA, melakukan *housekeeping* secara rutin, APAR *standby* disetiap *crane* serta menyediakan tempat teduh mengingat pekerja bekerja dilapangan terpapar dengan paparan panas

## DAFTAR PUSTAKA

1. Farouk, M., Mlybari, E. A., & Mlybari, E. (2018). **CFD Simulation of the Collapsed Crane in Holy Makkah**. <https://www.researchgate.net/publication/322835716>
2. Health & Safety Training Ltd. (2020). **How Dangerous are Cranes Really?** <https://www.hst.uk.com/news/how-dangerous-are-cranes-really/#:~:Text=Not%20only%20can%20falling%20materials,To%20property%20and%20nearby%20equipment.>
3. HSE UK. (2020a). **Control Measures for Lifting Tasks**. <https://www.hse.gov.uk/msd/mac/g>

- uidance01a.Htm.
4. HSE UK. (2020b). **Work at Height : Guidance.**  
<https://www.Hse.Gov.Uk/Work-at-Height/Index.Htm>.
  5. ILO. (2020). **Working at Height.**  
<https://www.Ilo.Org/Topics/Labour-Administration-and-Inspection/Resources-Library/Occupational-Safety-and-Health-Guide-Labour-Inspectors-and-Other/Working-Height>.
  6. New South Wales, & RMIT University. (2020). **Preventing Crane Safety Incidents in the Construction Industry Construction Work Health and Safety Research @ RMIT.**  
<https://www.safeworkaustralia.gov.au/cranes>
  7. OSHA. (2020). **Requirements for Rated Load Tests for New or Altered Cranes.**  
<https://www.Osha.Gov/Laws-Regs/Standardinterpretations/2009-08-28>.
  8. **Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI No. 8 Tahun 2020**, Pub. L. No. 8 (2020).
  9. Rozenfeld, O., Sacks, R., Rosenfeld, Y., & Baum, H. (2010). **Construction Job Safety Analysis.** *Safety Science*, 48(4), 491–498.  
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2009.12.017>
  10. Safe Work Australia. (n.d.). **Tower Cranes Code of Practice.**  
[www.swa.gov.au](http://www.swa.gov.au)
  11. U.S Bureau of Labor Statistics. (2017, August 24). **Fatal Occupational Injuries Involving Cranes.**  
<https://www.Bls.Gov/Iif/Factsheets/Fatal-Occupational-Injuries-Cranes-2011-17.Htm>.
  12. Walls, L., Revie, M., & Bedford, Tim. (2016). **Risk, Reliability and Safety : Innovating Theory and Practice : Proceedings of the 26th European Safety and Reliability Conference, ESREL 2016, Glasgow, Scotland, 25-29 September 2016.**
  13. Zhou, W., Zhao, T., Liu, W., & Tang, J. (2018). **Tower Crane Safety on Construction Sites: A Complex Sociotechnical System Perspective.** *Safety Science*, 109, 95–108.  
<https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2018.05.001>