

MODEL PENGUKURAN TINGKAT KESELAMATAN KERJA PENGUNAAN *TOWER CRANE*

Michelle Kwan¹, Irvan Anggrawan², Ratna Setiawardani Alifen³

ABSTRAK: *Tower crane* sering digunakan sebagai alat pemindah material secara vertikal maupun horizontal pada proyek bangunan bertingkat. Kecelakaan kerja *tower crane* sering terjadi akibat perilaku yang tidak aman (*unsafe act*) dan kondisi yang tidak aman (*unsafe condition*) sehingga diperlukan suatu penerapan keselamatan kerja. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah model pengukuran tingkat keselamatan kerja *tower crane* dalam bentuk program komputer. Data untuk penelitian ini diperoleh dari pengisian kuisioner oleh para responden (kontraktor yang berpengalaman dalam penggunaan TC) sebagai standar penilaian dalam model pengukuran. Hasil penelitian ini berupa program komputer model pengukuran tingkat keselamatan kerja *tower crane* yang dapat digunakan oleh kontraktor untuk mengukur tingkat keselamatan kerja penggunaan *tower crane* pada proyek konstruksi sesuai dengan kondisi di lapangan. Informasi yang disajikan oleh model ini berupa nilai-nilai keselamatan kerja pada tiap tahap penggunaan *tower crane* yaitu tahap penempatan, pemasangan, pengoperasian, dan pembongkaran.

KATA KUNCI: *tower crane*, keselamatan kerja, model pengukuran

1. PENDAHULUAN

Tower crane sering digunakan sebagai alat pemindah material (*material handling equipment*) secara vertikal maupun horizontal pada proyek bangunan bertingkat. Penggunaan *tower crane* meliputi penempatan *tower crane*, pemasangan, pengoperasian, dan pembongkaran. Penggunaan *tower crane* dapat ditinjau dari segi lingkungan, seperti keadaan tanah, kondisi angin, daerah bebas untuk pergerakan alat serta kemampuan dalam mengangkat beban.

Kecelakaan kerja sering terjadi pada proyek konstruksi. Penyebab kecelakaan kerja berdasarkan perilaku tidak aman/*unsafe act* dan kondisi tidak aman/*unsafe condition* (Chundawan, 2010). Menurut data *World-Wide Tower Crane Accidents* tahun 2000-2010, sebanyak 26% kecelakaan terjadi pada saat pemasangan dan pembongkaran *tower crane*, 16% saat *climbing*, 27% saat pengoperasian, 13% akibat kesalahan operator, 10% karena pengaruh keadaan alam, dan 8% tidak diketahui penyebabnya. Oleh karena itu, penerapan keselamatan kerja menjadi hal yang penting untuk diterapkan selama penggunaan *tower crane* dalam proyek konstruksi (www.towercranesupport.com).

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, michellekwan_12@yahoo.com

²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, irvan_jianhua@ymail.com

³Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, alifrat@petra.ac.id

Dalam penggunaan *tower crane*, terdapat beberapa jenis kecelakaan yang pernah terjadi mulai dari tahap penempatan hingga pembongkaran *tower crane* yaitu (Thamrin, 2008) :

- a. *Tower crane* roboh.
- b. Kematian karena tersengat listrik.
- c. Pekerja terbentur (*struck by*) oleh beban saat pengangkatan.
- d. Jatuhnya beban yang diangkat *tower crane*.
- e. Kehancuran saat perakitan atau pembongkaran *tower crane*.
- f. Terbentur oleh penyeimbang beban (*counterweight*).

Kecelakaan *tower crane* tersebut disebabkan oleh tindakan dan kondisi yang tidak aman (*unsafe act*) selama penggunaan *tower crane*. Tindakan tidak aman selama penggunaan *tower crane* antara lain (Thamrin, 2008) :

- *Tower crane* mengangkat beban melebihi kapasitas.
- Tumpuan yang kurang kuat.
- Kegagalan / kerusakan *boom* atau kabel sling.
- Kegagalan aksesoris (lampu, bel, *sprayer*) *tower crane*.
- Tidak menggunakan atau penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) yang kurang tepat.

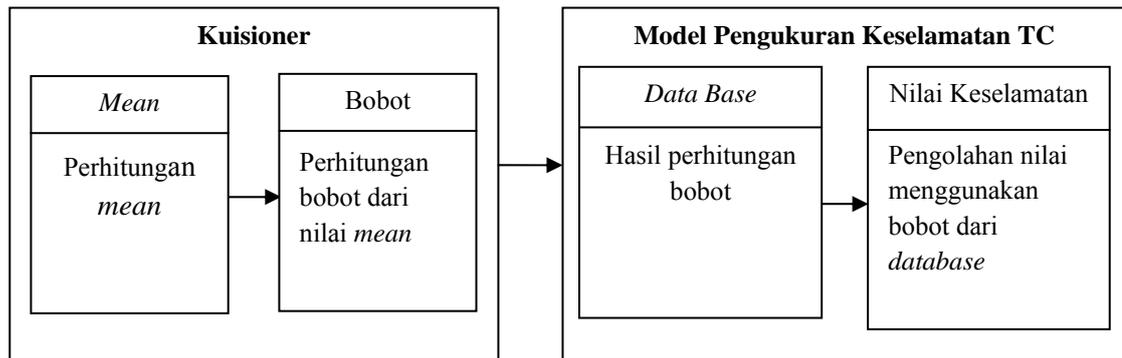
Kondisi yang tidak aman (*unsafe condition*) selama penggunaan *tower crane* antara lain (Thamrin, 2008) :

- Jarak antar *tower crane* yang berdekatan.
- Pandangan operator terhadap lingkungan sekitar kurang bebas.
- *Tower crane* berdekatan dengan kabel listrik.
- *Tower crane* berdekatan dengan bangunan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur mengenai penyebab kecelakaan dan peraturan keselamatan kerja pada penggunaan *tower crane*. Penggunaan *tower crane* yang dimaksud meliputi : (1) Penempatan (2) Pemasangan (3) Pengoperasian (4) Pembongkaran. Sedangkan penyebab kecelakaan kerja berdasarkan perilaku tidak aman (*unsafe act*) dan kondisi tidak aman (*unsafe condition*). Penerapan keselamatan kerja meliputi alat dan sarana keselamatan kerja. Hasil studi literatur akan digunakan untuk pembuatan kuisisioner. Kuisisioner dibuat berupa daftar-daftar pernyataan yang kemudian akan disebarakan kepada 20 proyek konstruksi di Kota Surabaya.

Kuisisioner yang dibuat berisi tentang : (1) Data umum responden (2) Tingkat terjadinya kecelakaan pada penggunaan *tower crane* dari tahap penempatan hingga pembongkaran (3) Penilaian tingkat kepentingan faktor alat penggunaan *tower crane* pada saat tahap penempatan hingga pembongkaran. (4) Penilaian tingkat kepentingan faktor pekerja, lingkungan dan keselamatan kerja pada penggunaan *tower crane*. Penilaian tingkat kepentingan penggunaan *tower crane* menggunakan skala 1 = sangat tidak penting, 2 = tidak penting, 3 = cukup penting, 4 = penting, dan 5 = sangat penting. Sedangkan penilaian tingkat terjadinya kecelakaan pada penggunaan *tower crane* menggunakan skala 1 = sangat jarang, 2 = jarang, 3 = cukup sering, 4 = sering, dan 5 = sangat sering, untuk memudahkan responden dalam pengisian kuisisioner. Pembagian kuisisioner bertujuan untuk mengetahui penilaian responden terhadap tingkat kepentingan dari masing-masing indikator pengukuran keselamatan kerja penggunaan *tower crane*. Hasil dari kuisisioner akan diolah untuk mendapatkan nilai *mean*, dan nilai bobot dari masing-masing faktor dan setiap tahap penggunaan *tower crane*.



Gambar 1. Skema Peranan Kuisisioner terhadap Model Pengukuran

Gambar 1 menjelaskan mengenai peranan kuisisioner terhadap model pengukuran. Kuisisioner yang diolah akan mendapatkan nilai *mean* yang selanjutnya akan digunakan untuk mendapatkan nilai bobot. Kuisisioner terbagi menjadi dua bagian utama yaitu pada bagian penggunaan TC yaitu bagian II.2 dan bagian faktor-faktor penggunaan TC bagian II.3. Nilai bobot tersebut akan dijadikan *database* untuk proses perhitungan pada model pengukuran. Proses perhitungan tersebut akan menghasilkan nilai keselamatan pada penggunaan *tower crane*.

Secara garis besar model pengukuran tingkat keselamatan kerja pada penggunaan kerja *tower crane* terdiri dari tiga bagian utama sebagai berikut :

1. Penilaian kondisi dilapangan (penggunaan *tower crane*, dan faktor pekerja, lingkungan, sarana keselamatan kerja)
2. Pengolahan nilai
3. Penyajian nilai

Setelah selesai dibuat, model pengukuran tingkat keselamatan kerja *tower crane* ini akan diujicoba penggunaannya. Setelah itu akan diambil kesimpulan dan saran dari hasil penilaian tingkat keselamatan kerja *tower crane* dalam suatu proyek konstruksi.

3. ANALISA DAN HASIL

3.1 Analisa Hasil Kuisisioner

Kuisisioner di analisis dengan cara kuantitatif berupa perhitungan *mean*. Nilai *mean* yang telah dihitung akan dijadikan data untuk perhitungan bobot indikator. Bobot indikator menunjukkan nilai tingkat pengaruh indikator terhadap masing-masing tahap penggunaan *tower crane* dari tahap penempatan sampai tahap pembongkaran.

Perhitungan bobot dibagi menjadi dua bagian yaitu perhitungan bobot dari penggunaan tower crane setiap tahap dari tahap penempatan sampai tahap pembongkaran (bobot 2), dan perhitungan bobot faktor pekerja, lingkungan dan sarana keselamatan kerja setiap tahap penggunaan *tower crane* (bobot 3). Perhitungan bobot juga dilakukan untuk mengetahui besar pengaruh dari setiap tahap penggunaan *tower crane* (bobot 1). Bobot 1 digunakan untuk menghitung besar pengaruh dari setiap tahap penggunaan *tower crane*. Bobot 2 digunakan untuk menghitung nilai keselamatan pada setiap tahap dari tahap penempatan sampai pembongkaran. Sedangkan nilai bobot 3 digunakan untuk menghitung nilai keselamatan penggunaan *tower crane* berdasarkan faktor pekerja, lingkungan dan sarana keselamatan kerjadari setiap tahap penggunaan *tower crane*.

Hasil perhitungan bobot untuk setiap tahap bervariasi dan menunjukkan perbandingan antara indikator-indikator dalam satu tahap penggunaan *tower crane*. Nilai bobot yang diperoleh akan menjadi *database* yang digunakan untuk pembuatan model pengukuran tingkat keselamatan kerja *tower crane*.

3.2 Pembuatan Model Pengukuran

Penelitian ini menghasilkan sebuah model pengukuran tingkat keselamatan kerja penggunaan *tower crane*. Pembuatan model pengukuran meliputi pembuatan alur proses pengukuran yang terdiri dari *input, process, dan output*; pembuatan kerangka kerja model pengukuran tingkat keselamatan kerja *tower crane*; dan pembuatan tampilan aplikasi.

Pembuatan alur proses model pengukuran dimulai dari (1) pengisian input berupa penilaian terhadap penggunaan *tower crane* berdasarkan kondisi di lapangan sebelum pelaksanaan. (2) Proses pengolahan data dilakukan dalam bentuk aplikasi komputer yang akan mengolah data menjadi nilai keselamatan kerja. (3) Hasil pengukuran berupa informasi tentang (1) nilai keselamatan tiap tahap penempatan sampai pembongkaran berupa penggunaan TC (faktor alat) dan faktor-faktor (faktor pekerja, lingkungan dan sarana keselamatan kerja, (2) nilai keselamatan secara keseluruhan untuk faktor alat, dan (3) nilai akhir keselamatan kerja penggunaan *tower crane*.

Pembuatan kerangka kerja terdiri dari dua buah proses yaitu proses pengukuran dan proses pelaporan hasil pengukuran. Proses pengukuran terdiri dari proses pemasukan data, dan proses perhitungan nilai keselamatan. Sedangkan proses pelaporan hasil pengukuran terdiri dari daftar nilai tingkat keselamatan penggunaan *tower crane*.

Pembuatan tampilan aplikasi dibuat dengan *PHP:Hypertext Preprocessor* yang dimasukkan ke dalam sebuah situs *ta37.petra.ac.id*. Tampilan ini dibagi menjadi tiga bagian. Tampilan pertama/*Section A* adalah tampilan untuk pengisian identitas dari proyek yang akan diukur tingkat keselamatan kerja *tower crane* antara lain nama pengisi, nama proyek, alamat proyek, dan jadwal proyek (**Gambar 2**).

The image shows a web application interface titled "Model Pengukuran Tingkat Keselamatan Kerja Tower Crane". Below the title is a descriptive paragraph: "Model pengukuran tingkat keselamatan kerja tower crane adalah model yang dapat mengukur tingkat keselamatan kerja penggunaan tower crane. Program ini dapat digunakan dengan mengisi form penilaian di bawah dengan nilai-nilai sesuai dengan kondisi di lapangan. Setelah melakukan pengisian nilai, akan ditampilkan nilai aman dari penggunaan tower crane baik per tahap maupun untuk setiap faktor. Program ini diharapkan dapat membantu para kontraktor untuk mengetahui tingkat keselamatan dari penggunaan tower crane di setiap proyek sehingga keselamatan kerja dapat diterapkan." Below this text is a form labeled "Section 1" containing a "Data Umum" section with four input fields: "Nama", "Nama Proyek", "Alamat", and "Jadwal Proyek". Each field is preceded by a colon and followed by a white input box. At the bottom right of the form is a dark button with the text "Continue to Section 2".

Gambar 2. Tampilan Section A Model Pengukuran.

Tampilan kedua berupa lembar penilaian terbagi menjadi dua bagian yaitu *Section B* dan *Section C*. Tampilan pada *section B* berisi tentang penggunaan *tower crane* dari tahap penempatan hingga tahap pembongkaran (**Gambar 3**). Sedangkan tampilan pada *Section C* berisi tentang faktor pekerja, lingkungan, dan keselamatan kerja dalam penggunaan *tower crane* pada tahap penempatan sampai tahap pembongkaran (**Gambar 4**). Lembar penilaian ini berisikan kolom untuk penilaian masing-masing faktor terhadap tahap penggunaan *tower crane*. Penjelasan skala penilaian sebagai pedoman dalam penilaian tersedia pada masing-masing faktor.

Section B

Penggunaan *Tower Crane* (TC)

1	PENEMPATAN TOWER CRANE	Penilaian
1.1	Titik pondasi TC ?	<input type="range"/> 100
1.2	Jangkauan TC terhadap keeluruhan bagian bangunan ?	<input type="range"/> 80
1.3	Letak TC terhadap bangunan sekitar ?	<input type="range"/> 80
1.4	Letak antar TC ?	<input type="range"/> 50
1.5	Ketersediaan lahan bebas (<i>clearance area</i>) untuk pemasangan dan pembongkaran alat ?	<input type="range"/> 50
1.6	Spesifikasi / jenis TC ?	<input type="range"/> 50
1.7	Jumlah TC ?	<input type="range"/> 50
2	PEMASANGAN TOWER CRANE	Penilaian
2.1	Kelengkapan bagian-bagian TC ?	<input type="range"/> 50
2.2	Kondisi tali katrol dan batang <i>boom</i> ?	<input type="range"/> 50
2.3	Sambungan antara pondasi dengan <i>mast section</i> ?	<input type="range"/> 50
2.4	Sambungan antar <i>mast section</i> ?	<input type="range"/> 80
2.5	TC memiliki sertifikat sebagai persyaratan penggunaan alat ?	<input type="range"/> 100
2.6	Ketersediaan indikator beban maksimum pada TC ?	<input type="range"/> 80
2.7	Ketersediaan alat bantu <i>mobile crane</i> dalam pengangkatan section TC ?	<input type="range"/> 100
2.8	Urutan dan cara pemasangan <i>mast section</i> ?	<input type="range"/> 69
2.9	Pemeriksaan tali baja satu kali dalam seminggu ?	<input type="range"/> 70
2.10	Pagar pembatas pada jalur dan area TC ?	<input type="range"/> 50
3	PENGERASIAN TOWER CRANE	Penilaian
3.1	Surat Izin Operator (SIO) untuk menggunakan alat ?	<input type="range"/> 100
3.2	Kode/signal dari floorman untuk menaikkan dan menurunkan beban ?	<input type="range"/> 100
3.3	Jenis dan berat beban material yang akan diangkat ?	<input type="range"/> 80
3.4	Kejelasan pandangan lapangan dari ruang operator ?	<input type="range"/> 70
3.5	Proses pengikatan dan pelepasan beban ?	<input type="range"/> 50
3.6	Pemeriksaan kondisi mesin sebelum dioperasikan ?	<input type="range"/> 50
3.7	Kecepatan pergerakan TC saat mengangkat beban ?	<input type="range"/> 50
3.8	Pemeriksaan kait beban setelah alat digunakan ?	<input type="range"/> 50
3.9	Letak dan jalur angkut material ?	<input type="range"/> 50
3.10	Letak atau posisi jib setelah digunakan ?	<input type="range"/> 50
4	PEMBONGKARAN TOWER CRANE	Penilaian
4.1	Urutan pembongkaran TC ?	<input type="range"/> 100
4.2	Cara pembongkaran TC ?	<input type="range"/> 80
4.3	Ketersediaan area untuk meletakkan bagian TC yang dibongkar ?	<input type="range"/> 50
4.4	Demobilisasi TC ?	<input type="range"/> 50

Back to Section A Continue to Section C

Gambar 3. Tampilan *Section B* Model Pengukuran.

Section C

Faktor perilaku pekerja, faktor lingkungan, dan faktor keselamatan kerja yang mempengaruhi penggunaan Tower Crane (TC)

S1	FAKTOR PEKERJA	Penilaian
S1_1	Pengalaman dan tingkat pendidikan pekerja & operator ?	<input type="range"/> 80
S1_2	Usia pekerja & operator ?	<input type="range"/> 50
S1_3	Keterampilan pekerja & operator ?	<input type="range"/> 70
S1_4	Kondisi fisik pekerja & operator ?	<input type="range"/> 60
S1_5	Pengawasan terhadap pekerja & operator dalam penggunaan alat ?	<input type="range"/> 50
S2	FAKTOR LINGKUNGAN	Penilaian
S2_1	Kondisi lapangan / proyek ?	<input type="range"/> 50
S2_2	Kondisi lingkungan sekitar ?	<input type="range"/> 60
S2_3	Kondisi cuaca ?	<input type="range"/> 90
S3	FAKTOR SARANA KESELAMATAN KERJA	Penilaian
S3_1	Pelindung kepala (helm), mata, telinga ?	<input type="range"/> 90
S3_2	Sepatu karet ?	<input type="range"/> 50
S3_3	Sarung tangan ?	<input type="range"/> 50
S3_4	Sabuk pengaman ?	<input type="range"/> 70
S3_5	Jaring pengaman (<i>safety net</i>) ?	<input type="range"/> 70
S3_6	Ketersediaan rambu / tanda keselamatan kerja ?	<input type="range"/> 50
S3_7	Posei dan kelayakan rambu ?	<input type="range"/> 50
S3_8	Kejelasan rambu ?	<input type="range"/> 50
S3_9	Tempat pengobatan / ruang K-3 ?	<input type="range"/> 65
S3_10	Peralatan K-3 ?	<input type="range"/> 50

Back to Section A Submit Query

Gambar 4. Tampilan Section C Model Pengukuran.

Tampilan ketiga adalah tampilan hasil perhitungan nilai keselamatan meliputi :

1. Nilai keselamatan penggunaan *tower crane* mulai dari tahap penempatan hingga tahap pembongkaran,
2. Nilai keselamatan faktor pekerja, lingkungan, dan keselamatan kerja dalam penggunaan *tower crane*, dan
3. Nilai akhir keselamatan penggunaan *tower crane*.

Dari ketiga hasil perhitungan, akan diperoleh kesimpulan mengenai penggunaan *tower crane* yang dikategorikan kedalam beberapa kelompok yaitu :

- a. *Poor* ≤ 40
- b. *Bad* 41 – 55
- c. *Good* 56 – 70
- d. *Great* 71 – 85
- e. *Excellent* 86-100

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan analisa dan pembuatan model pengukuran tingkat keselamatan kerja *tower crane*, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Model pengukuran tingkat keselamatan kerja TC menghasilkan :
 - a. Nilai keselamatan pada tahap penempatan – tahap pembongkaran :
 - Penggunaan TC (faktor alat),
 - Faktor – faktor (faktor pekerja, lingkungan dan sarana keselamatan kerja)
 - b. Nilai keselamatan secara keseluruhan untuk faktor alat
 - c. Nilai akhir keselamatan kerja penggunaan TC.
2. Model pengukuran tingkat keselamatan kerja penggunaan TC dibuat untuk memudahkan kontraktor dalam mengukur tingkat keselamatan kerja penggunaan TC.
3. Hasil akhir model pengukuran tingkat keselamatan kerja TC dijadikan laporan sebagai evaluasi kontraktor dalam penggunaan TC.

5. DAFTAR REFERENSI

- Chundawan, Erick. (2010). *Kecelakaan Kerja dan Penerapan K-3 dalam Pengoperasian Tower Crane pada Proyek Konstruksi*. Tugas Akhir No.21011739/SIP/2010. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Kristen Petra. Surabaya.
- Thamrin, Litawati, & Paulus Diantoro. (2008). *Kecelakaan Kerja dan Implementasi Peraturan Keselamatan Kerja pada Penggunaan Crane dan Excavator*. Tugas Akhir No.21011617/SIP/2008. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Kristen Petra. Surabaya.
- World-Wide Tower Crane Accident Statistic*, from
http://towercranesupport.com/tower_crane_accidents.php