

SOLUSI PENCEGAHAN KECELAKAAN KERJA PADA TOWER CRANE DENGAN SISTEM KENDALI *REMOTE CONTROL*

Arventa Lukas Pranastya¹⁾, Aisyah Dewi Muti'ah²⁾, Lintang Delia Putri³⁾, Achmad Zulfikar⁴⁾, dan Yoga Aditia Nugroho⁵⁾

¹ Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember email: arventa12@mhs.ie.its.ac.id

² Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember email: aisyah.muthiah11@mhs.ie.its.ac.id

³ Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember email: lintang.delia12@mhs.ie.its.ac.id

⁴ Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember email: achmad.zulfikar12@mhs.ie.its.ac.id

⁵ Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember email: aditia.yoga12@mhs.ee.its.ac.id

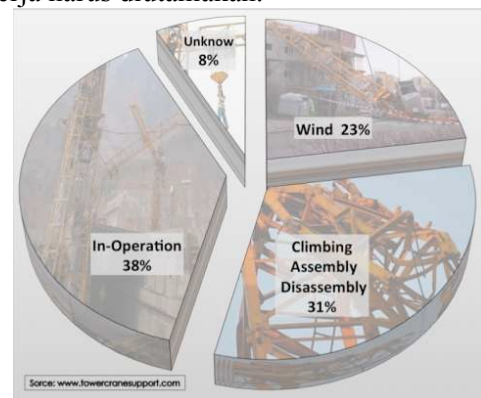
Abstract

Tower crane adalah salah satu alat yang sering dijumpai ketika terdapat pembangunan gedung-gedung bertingkat. Tingkat kecelakaan kerja pada saat penggunaan tower crane cukup tinggi. Penyebab terjadinya kecelakaan pada pekerjaan tower crane, antara lain angin, pemanjatan, pemasangan, pelepasan, dan lain sebagainya. Oleh karena itu, diinisiasi sebuah prototipe dengan nama WETON (Wireless Tower Crane) yang memodifikasi ruang kendali yang semula berada di ujung atas tower crane menjadi berada di bawah tower crane. Tahap pelaksanaan dimulai dengan pemodelan sistem. Kemudian, perancangan hardware, perancangan software, pembuatan prototipe, pengujian prototipe, dan perbaikan prototipe. Tahap pelaksanaan dilaksanakan secara berurutan. Prototipe WETON memiliki dimensi kurang lebih 1 m³ dengan beban maksimum yang dapat terangkat sebesar 10 kilogram. Pengujian terhadap program dilakukan untuk mengetahui apakah program mengalami gangguan atau error, dari pengujian tersebut diketahui tidak terdapat gangguan, sehingga dapat dinyatakan bahwa program tersebut siap diaplikasikan ke WETON.

Keywords: *tower crane, wireless, remote control, prototipe*

1. PENDAHULUAN

Tower crane adalah salah satu alat yang sering dijumpai ketika pembangunan gedung-gedung bertingkat dilaksanakan. Menurut kamus Oxford dalam Tam, 2011, sebuah *tower crane* adalah mesin tinggi yang digunakan untuk memindahkan benda berat dengan menggantungkan mereka dari lengan yang menonjol. Kecelakaan pada *tower crane* di dunia pada tahun 2009 sebanyak 188 dengan korban meninggal sebanyak 78 jiwa. Pada tahun 2010, kecelakaan terjadi sebanyak 154 dengan korban meninggal sebanyak 113 jiwa. Beberapa penyebab terjadinya kecelakaan pada pekerjaan *tower crane*, antara lain yaitu angin (23%), pada saat memanjat, pemasangan, dan pelepasan (31%), pada saat pengoperasian (38%), dan tidak diketahui (8%). Sebagian besar akibat dari kejadian ini adalah kematian. Dari data tersebut, terlihat bahwa salah satu penyebab paling besar kematian pada pekerja *tower crane* adalah pemanjatan, pemasangan, dan pelepasan. Seharusnya, keselamatan kerja pekerja harus diutamakan.



Gambar 1. Statistik Penyebab Kecelakaan pada Tower Crane

(Sumber: www.towercranesupport.com)

Sejumlah perangkat keselamatan untuk pengoperasian *tower crane* telah dikembangkan. namun masih belum cukup efektif untuk menurunkan angka kecelakaan. Dalam upaya efisiensi penggunaan *tower crane*, telah ada teknologi *mobile tower crane* yang pemasangannya secara *portable* dan terintegrasi dalam sebuah truk. *Tower crane* ini dikendalikan dengan sistem *remote*

control dan juga ruang kendali yang menggunakan sistem *lift*. Namun, teknologi ini masih belum cukup efisien karena *tower crane* masih dirancang dengan ketinggian tetap.

Oleh karena itu, diinisiasi sebuah produk berbentuk prototipe dengan nama WETON. WETON memodifikasi ruang kendali yang semula terletak di bagian atas *tower crane* menjadi terpisah dari kerangka *tower crane*, sehingga operator tidak perlu memanjat untuk sampai di ujung atas *tower crane*. WETON merupakan konsep *tower crane* yang dipasang kamera sebagai pengganti visual dari manusia serta sistem kendali *wireless* yang terpisah dari kerangka *tower crane*, sehingga dapat mengurangi risiko kecelakaan pada pekerja. Selain itu, WETON dibuat dengan ketinggian yang fleksibel sesuai dengan tingkat ketinggian tertentu sesuai dengan kebutuhan konstruksi.

Tujuan yang dicapai dengan adanya WETON, antara lain.

- Meningkatkan keselamatan kerja pekerja ketika mengoperasikan *tower crane*.
- Mengoptimalkan kinerja *tower crane*.
- Meningkatkan fleksibilitas pemasangan dan pelepasan *tower crane*.
- Meningkatkan efisiensi penggunaan *tower crane*.

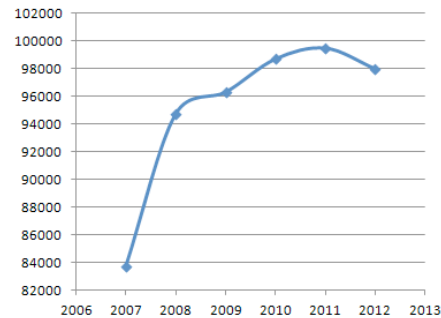
Menurut OHSAS 18001 : 2007 dalam Ilma (2013), Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) adalah semua kondisi dan faktor yang dapat berdampak pada keselamatan dan kesehatan kerja tenaga kerja maupun orang lain (kontraktor, pemasok, pengunjung dan tamu) di tempat kerja.

Penyebab kecelakaan kerja dapat dibagi dalam beberapa kelompok, antara lain.

- Kondisi berbahaya (*unsafe condition*), yaitu yang tidak aman dari:
 - peralatan / media elektronik, bahan dan lain-lain,
 - lingkungan kerja,
 - proses kerja,
 - sifat pekerjaan, dan
 - cara kerja.
- Perbuatan berbahaya (*unsafe act*), yaitu perbuatan berbahaya dari manusia, yang dapat disebabkan oleh:
 - kurangnya pengetahuan dan keterampilan pelaksana,

- cacat tubuh yang tidak kentara (*bodily defect*),
- kelelahan dan kelemahan daya tahan tubuh, dan
- sikap dan perilaku kerja yang tidak baik.

Selama ini, keselamatan dan kesehatan kerja banyak diabaikan oleh lembaga terkait dengan alasan adanya biaya yang dikeluarkan terkait implementasi K3 tersebut. Akibatnya, angka kecelakaan di Indonesia terus meningkat tiap tahun hal ini dapat terlihat pada Gambar 2.



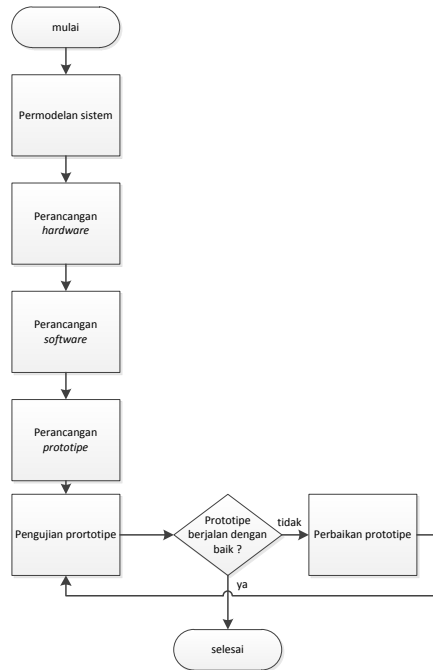
Gambar 2. Angka Kecelakaan di Indonesia Tahun 2006-2013

(Sumber: Jamsostek)

WETON menggunakan sistem *remote control* yang dibuat untuk memudahkan pekerjaan manusia dengan meminimalkan risiko yang ada. Di dalam *remote control*, diselipkan IC atmega 16 bit sebagai sistem memori dan *receiver* sinyal pada *tower crane*. *Remote control* ini diadaptasi dari *remote control* helikopter yang di-*switch* sesuai keinginan pengguna yang ingin menggerakkan kamera secara horizontal ataupun *tower crane*. WETON juga akan menggunakan kamera dengan perputaran 180 derajat, sehingga operator *tower crane* dapat melihat kondisi dari dalam *crane* dengan lebih leluasa dari bawah dan mengendalikan *tower crane* dengan baik.

2. METODE

Metode pelaksanaan dilaksanakan melalui tahap-tahap yang digambarkan dengan diagram alir berikut.



Gambar 3. Diagram Alir Metode Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan program dimulai dengan pemodelan sistem. Pemodelan sistem yang dibuat mencakup aspek *input*, proses, dan *output*. Kedua, perancangan *hardware*. Perancangan *hardware* merupakan proses perangkaian komponen-komponen yang diperlukan untuk pembuatan prototipe. Ketiga, perancangan *software*. Perancangan *software* merupakan proses membuat sistem kendali untuk *tower crane*. Keempat, pembuatan prototipe. Pembuatan prototipe merupakan proses penggabungan antara *software* dan *hardware*. Kelima, pengujian prototipe. Pengujian prototipe dilakukan setelah seluruh rangkaian material yang dibutuhkan telah terangkai. Keenam, perbaikan prototipe. Perbaikan prototipe dilakukan ketika hasil pengujian tidak menunjukkan hasil yang sesuai dengan ekspektasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari observasi yang dilakukan terhadap WETON, diketahui bahwa untuk mendapatkan *tower crane* yang aman untuk pekerja dengan pengoperasian jarak jauh, digunakan sistem kontrol jenis *wireless* yang membutuhkan algoritma pemrograman tertentu. Pemrograman yang dibuat meliputi sistem naik turun *crane*, sistem putaran *crane*, dan koneksi *crane* ke alat kontrol, yang dalam hal ini alat kontrol yang digunakan berupa

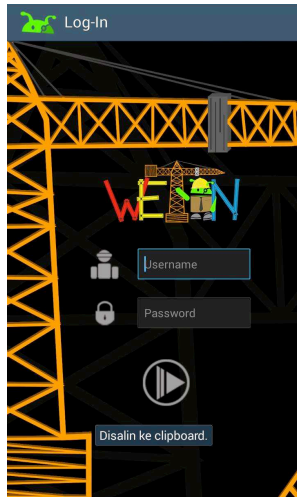
tablet yang telah diberikan masukan hasil pemrograman tersebut.

Prototipe WETON memiliki dimensi kurang lebih 1 m³ dengan beban maksimum yang dapat terangkat sebesar 10 kilogram. *Jib* atau yang biasa disebut lengan *crane* memiliki panjang sebesar 1 meter dan *mast* atau tiang *crane* dengan tinggi 1 meter. Tiang *crane* dibuat dengan ketinggian yang fleksibel, sehingga tinggi maksimal yang dapat digunakan adalah 1,3 meter. Pada ketinggian 1,3 meter, prototipe WETON masih dalam keadaan seimbang.

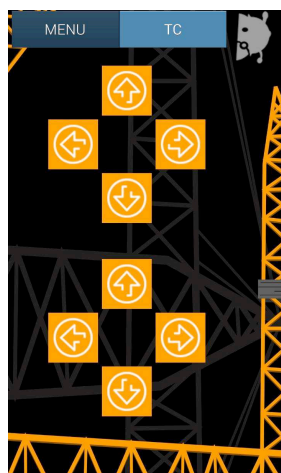
Selain itu, prototipe WETON menggunakan empat motor sebagai penggerak. Motor pertama diletakkan di dekat *trolley* untuk menggerakkan *trolley* secara horizontal. Motor kedua digunakan untuk mengatur ketinggian prototipe WETON. Motor ketiga dan keempat berada di perpotongan antara *jib* dan *mast* yang digunakan sebagai penggerak *jib* yang memiliki gerakan putar.

Pengujian terhadap program dilakukan untuk mengetahui apakah program mengalami gangguan atau *error*, dari pengujian tersebut diketahui tidak terdapat gangguan, sehingga dapat dinyatakan bahwa program tersebut siap diaplikasikan ke WETON yang berupa prototipe dengan skala 1:10 terhadap *tower crane* konvensional yang telah ada. Program yang dibuat dikonversi menjadi perangkat lunak yang memiliki fungsi kontrol terhadap WETON. Perangkat lunak tersebut dibuat semudah mungkin agar operator mampu memahami penggunaannya.

Algoritma atau bahasa pemrograman dan sistem kontrol merupakan hal penting dalam WETON karena menentukan tingkat keberhasilan dan keamanan dari WETON tersebut. Seperti yang telah diketahui sebelumnya, WETON merupakan solusi untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja saat pengoperasian *tower crane* dengan cara meminimalisir atau bahkan menghilangkan jumlah pekerja yang berada di dekat *tower crane* saat *tower crane* tersebut dioperasikan menggunakan sistem kontrol berbasis *remote control*, sehingga memungkinkan *tower crane* dioperasikan dari jarak yang cukup aman.



Gambar 4. Tampilan halaman awal perangkat lunak untuk pengoperasian WETON



Gambar 5. Tampilan fungsi kontrol perangkat lunak untuk pengoperasian WETON

4. KESIMPULAN

WETON merupakan konsep *tower crane* yang dipasang kamera sebagai pengganti visual manusia serta sistem kendali *wireless* yang terpisah dari kerangka *tower crane*, sehingga dapat mengurangi risiko kecelakaan pada pekerja. WETON memiliki beberapa

keunggulan, seperti:

- a. mudahnya pengendalian *tower crane*,
- b. peningkatan efisiensi waktu untuk pemasangan dan penurunan *tower crane*, dan
- c. berkurangnya risiko kecelakaan kerja (jika prototipe dikondisikan dalam kondisi riil *tower crane*).

5. REFERENSI

- [1] Neitzel, Richard L., Neixas, Noah S., dan Ren, Kyle K. 2001. A Review of Crane Safety in the Construction Industry. Volume 16 (12): Halaman 1106-1117.
- [2] Tam, Vivian W.Y. dan Fung, Ivan W.H. 2011. 'Tower crane safety in the construction industry: A Hong Kong study'. *Safety Science*. Volume 49, Issue 2, Februari 2011: Halaman 208-215.
- [3] Aliexpress. 2013. (<http://www.aliexpress.com>). Diakses pada 18 Oktober 2013.
- [4] Badan Pusat Statistik Indonesia. 2012. Jakarta. (<http://bps.go.id/>). Diakses pada 18 Oktober 2013.
- [5] Home and Business Security Camera. 2009. (<http://www.platinum-cctv.com>). Diakses pada 18 Oktober 2013.
- [6] Ilma, Habbie Adzim. 2013. Ahli K3 Umum. (<http://www.sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.com>). Diakses pada 18 Oktober 2013.
- [7] Jamsostek. 2012. (<http://www.jamsostek.co.id/>). Diakses pada 18 Oktober 2013.
- [8] Tower Crane Support. (<http://www.towercranesupport.com>). Diakses pada 10 Oktober 2013.