

Submission author:  
14b10075 DIMAS DIKTTHA SEPTANA

Check ID:  
13729461

Check date:  
29.10.2019 08:55:39 GMT+0

Check type:  
Doc vs Internet + Library

Report date:  
29.10.2019 08:58:02 GMT+0

User ID:  
30713



File name: 14.B1.0075 dan 14.B1.0102\_Dimas Dikttha Septana dan Adhil So

File ID: 17970990 Page count: 20 Word count: 12057 Character count: 87363 File size: 119.33 KB

## 5.66% Matches

Highest match: 1.19% with source <https://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/57965/BAB%20IV%20HASIL%20DAN%20>

4.92% Internet Matches

90

Page 22

1.38% Library matches

142

Page 23

## 11.4% Quotes

Quotes

64

Page 24

No references found

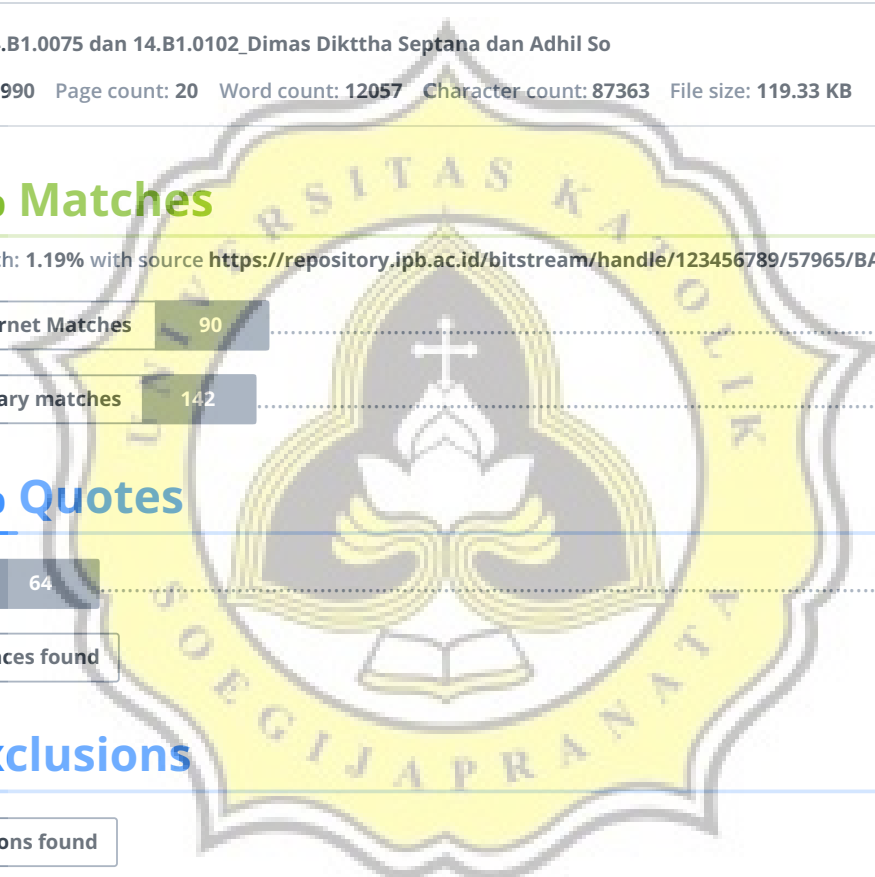
## 0% Exclusions

No exclusions found

## Replacement

Character replacement

4





## Tugas Akhir

### Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang)

#### BAB 1 PENDAHULUAN

##### 1.1 Latar Belakang

Konstruksi merupakan suatu pekerjaan atau kegiatan membangun sarana dan prasarana dalam dunia teknik sipil. Salah satunya kegiatan membangun bangunan gedung bertingkat. Bangunan gedung bertingkat merupakan wujud fisik dari pekerjaan konstruksi, sebagian bangunan yang letaknya berada di atas atau di dalam permukaan tanah yang berfungsi sebagai kegiatan manusia untuk melakukan aktivitas (KEPPRES No. 28/2002). Menurut Halpin dkk., (1992), pelaksanaan pekerjaan konstruksi berarti pencapaian akhir produksi dan dapat berulang-ulang di masa depan. Menurut Siswanto (2016), menyatakan bahwa perkembangan dunia konstruksi dapat memberikan peluang yang luas untuk proyek konstruksi di tahun 2017. Konstruksi di Indonesia pada tahun 2017 banyak diwarnai proyek pembangunan gedung. Pembangunan sektor perumahan, hotel, perkantoran, kesehatan, pusat olah raga dan industri mengalami perkembangan sebesar 9,25% di 2017. Seiring dengan majunya pembangunan proyek konstruksi maka, nilai konstruksi setiap tahunnya juga semakin meningkat. Nilai konstruksi yang diselesaikan menurut jenis pekerjaan (juta rupiah) dari tahun 2004 - 2016, dapat diperlihatkan pada Gambar 1.1 dan Tabel 1.1.

Grafik di atas memperlihatkan bahwa nilai konstruksi pekerjaan dari tahun 2004 -2016 mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Nilai konstruksi pekerjaan meliputi perkembangan konstruksi bangunan gedung dan konstruksi khusus. Menurut Asiyanto (2008), pembangunan gedung bertingkat tinggi saat ini tidak dapat hanya mengandalkan tenaga manusia saja, melainkan membutuhkan strategi yang dapat menyelesaikan pelaksanaan pembangunan. Pelaksanaannya pun perlu direncanakan dengan tepat dan cermat. Salah satunya adalah penggunaan alat berat yang optimal agar pekerjaan konstruksi terlaksana dengan produktif. Menurut Rostiyanti (2008), untuk menjalankan fungsi dan cara pengoperasiannya, maka dalam memilih alat berat harus diidentifikasi dengan cermat agar dapat diperkirakan produktivitas kerja alat tersebut.

Sebuah proyek konstruksi sangat memerlukan alat berat yang berguna untuk membantu pekerjaan. Alat berat dalam dunia konstruksi bermacam-macam jenis dan kegunaannya yang meliputi: pengolahan lahan, pemancangan, pengurangan dan pemindahan material. Alat-alat berat yang sering banyak digunakan pada proyek konstruksi yaitu alat pemancang tiang, loader, excavator, tower crane, dump truck, truk mixer dan concrete pump. Peralatan ini merupakan faktor yang sangat penting bagi proyek. Menurut Soeharto (1997), keberhasilan suatu proyek dapat diukur dari dua hal, yaitu keuntungan yang didapat dan ketepatan waktu penyelesaian proyek. Kontraktor akan memilih alat yang digunakan dan akan mempertimbangkan sekaligus menyesuaikan dengan kebutuhan yang ada di lapangan bangunan proyek. Salah satu jenis proyek yang dibutuhkan sejumlah peralatan di atas adalah bangunan gedung bertingkat tinggi. Proyek bangunan gedung bertingkat tinggi pada umumnya memiliki area dengan skala yang luas untuk mengangkat material dari satu tempat ke tempat lain, maka diperlukan alat berat seperti tower crane (TC). Menurut Irizarry dan Karan (2012), tower crane dalam sebuah bangunan proyek dianggap sebagai pusat peralatan yang mengangkat material seperti mengangkat besi tulangan, bucket untuk pengecoran, pengangkatan bekisting, baja, scaffolding, atap baja dan peralatan elektrikal. Tower crane bergerak secara horizontal (trolley) dan vertical (hoist). Tower crane merupakan alat berat yang berdiri tegak ke atas, tower crane juga dapat bergerak memutar (swing) dengan putaran 360°. Penempatan lokasi tower crane sangat berpengaruh sejalan dengan proyek yang dilaksanakan. Menurut Cheng dan Teizer (2014), menentukan lokasi tower crane merupakan tugas penting bagi perencana tata ruang, optimalisasi tergantung banyaknya faktor seperti batasan lapangan, bentuk dan ukuran bangunan, serta lokasi material yang dibutuhkan untuk diangkut. Oleh sebab itu, kontraktor harus menempatkan tower crane secara tepat sehingga penggunaan tower crane lebih produktif dan tidak mengalami kesalahan.

Tower crane memiliki kelebihan, sehingga alat berat ini banyak digunakan pada pembangunan gedung bertingkat tinggi. Kelebihan tower crane dijabarkan sebagai berikut:

- Tower crane dapat mengangkut bahan dan material proyek dengan mudah pada bangunan gedung bertingkat tinggi.
- Tower crane dapat mengangkut beban bahan dan material dengan bobot yang cukup besar, beban yang diangkut tergantung kapasitas tower crane sendiri. Umumnya tower crane mampu mengangkat beban hingga 1000kg.
- Tower crane mampu berputar dengan rotasi 360°, sehingga mempermudah jangkauan untuk memindahkan barang sesuai kebutuhan, dan
- Ukuran dan ketinggian tower crane dapat disesuaikan dengan kebutuhan proyek, sehingga sangat fleksibel. Tower crane dapat diperlihatkan pada Gambar 1.2.

Q (Produktivitas, ton/detik) merupakan perbandingan hasil output atau q (kapasitas material, ton) dengan input atau CT (waktu siklus, detik) yang terdiri dari man power, manajemen, material, modal dan mesin yang dimiliki. Produktivitas sendiri salah satu hal yang sangat penting dalam penyelesaian suatu pekerjaan proyek. Zaman yang sudah berkembang saat ini kemajuan teknologi sangat berpengaruh pada produktivitas pekerjaan. Peralatan-peralatan modern yang canggih yang dapat diciptakan meningkatkan produktivitas pekerjaan. Perkembangan ilmu pengetahuan saat ini sangat mempengaruhi penggunaan teknologi untuk lebih memudahkan para pekerja untuk memprogram rencana dan memonitoring pekerjaan proyek. Teknologi diciptakan dengan tujuan membantu menganalisis, simulasi dan fabrikasi digital sehingga pekerja proyek dapat memahami dalam proses pengelolannya. Salah satunya adalah Building Information Modeling (BIM).

Building Information Modeling merupakan sebuah pemodelan desain bangunan proyek berupa visualisasi animasi. Umumnya ruang lingkup BIM mendukung mendesain konsep gambaran proyek, menganalisis desain bangunan serta menganalisis penjadwalan pelaksanaan proyek. Menurut Ravendra dan Soemardi (2014), keuntungan penggunaan BIM sebagai berikut:

- Meminimalisir desain life cycle dengan meningkatkan kolaborasi antara owner, konsultan dan kontraktor,
- Teknologi BIM digunakan untuk gambaran siklus hidup seluruh konstruksi, termasuk fasilitas operasi dan pemeliharaan,
- Memperkecil kemungkinan terjadinya masalah atau keterlambatan dalam pekerjaan proyek, dan
- Pemotongan biaya proyek dan meminimalisir limbah bahan konstruksi.

Pemodelan BIM dapat diperlihatkan pada Gambar 1.3.

Dimas Dikttha Septana 14.B1.0075

Adhil Sonali 14.B1.0102



### Tugas Akhir

#### **Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang)**

Informasi yang diperoleh dari BIM berupa data dan informasi serta dapat memberikan banyak variasi objek pemodelan. BIM memiliki beberapa fitur umum informasi objek pemodelan, fitur-fitur umum BIM dapat diperlihatkan pada Tabel 1.2.

*Building Information Modeling* sebagai metode untuk memudahkan pekerjaan proyek dan sebagai informasi sebuah bangunan gedung bertingkat. Metode yang digunakan untuk pemodelan pekerjaan bangunan gedung bertingkat tersebut salah satunya dengan *software Tekla Structures*. *Tekla structures* merupakan *software* yang membantu untuk membuat desain proyek dan menganalisis sebuah proyek. Hasil dari *software* tersebut dimodelkan dalam suatu bentuk informasi visualisasi animasi. Hasil tersebut dikenal dengan model BIM yang menjadi gambaran para kontraktor dalam menganalisis pekerjaan proyek.

Fokus penelitian ini adalah menerapkan pemodelan BIM dengan menggunakan *software tekla structure* terhadap produktivitas *tower crane* dalam pekerjaan bangunan gedung bertingkat tinggi. Penelitian ini menggunakan *tekla structure* karena pada *software tekla structures* memiliki pemodelan analisis desain struktur, analisis penjadwalan proyek dan menganalisis produktivitas pekerjaan proyek. Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah spesifikasi *tower crane*, jarak tempuh pemindahan material (m), beban material yang diangkat (ton), dan *cycle time tower crane* (menit). Data penelitian diperoleh dari pengamatan di lapangan proyek gedung bertingkat yang sedang berlangsung.

#### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan penjabaran di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana penerapan *software Tekla Structures* BIM terhadap produktivitas *tower crane* dalam pekerjaan bangunan gedung bertingkat tinggi.

#### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah mengaplikasikan *software Tekla Structures* BIM pada produktivitas penggunaan *tower crane* dalam pelaksanaan pembangunan gedung bertingkat tinggi.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk menguji sejauh mana penggunaan *software Tekla Structures* BIM dapat meningkatkan produktivitas *tower crane* dalam pelaksanaan pembangunan gedung bertingkat tinggi.

#### **1.5 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

- Penelitian ini menggunakan pemodelan BIM dengan *software Tekla Structures*,
- Tipe alat berat yang diteliti adalah *tower crane* statis,
- Material yang diangkat *tower crane* terfokus pada bekisting, *bucket*, *scaffolding* dan baja tulangan.
- Proyek yang ditinjau adalah proyek gedung bertingkat tinggi yang sedang berlangsung.
- Studi kasus proyek pembangunan Hotel Quest by Aston yang berada di Kota Semarang.

#### **1.6 Kerangka Pikir Penelitian**

Berdasarkan uraian yang sudah dipaparkan di atas dapat disusun ke dalam kerangka penelitian. Susunan kerangka pikir penelitian diperlihatkan pada Gambar 1.4, menjelaskan penggunaan alat berat konstruksi yaitu *tower crane* yang menunjang kelancaran pekerjaan konstruksi dan diikuti perkembangan teknologi yang semakin modern. Teknologi yang dimaksud yaitu *Building Information Modeling*. *Building Information Modeling* merupakan teknologi yang baru, penelitian ini berfokus pada *software Tekla Structures*. Alasan penggunaan *Tekla Structures* karena penggunaan program tersebut belum banyak diterapkan secara menyeluruh di Indonesia.

Dimas Dikttha Septana 14.B1.0075

Adhil Sonali 14.B1.0102



## Tugas Akhir

### Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang)

#### BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

##### 2.1. Produktivitas

Menurut Sedarmayanti (2001), produktivitas adalah perbandingan hasil yang dicapai dengan kegiatan sumber daya yang digunakan. Produktivitas memiliki dua sisi yang saling berkaitan. Sisi pertama adalah pencapaian target berkaitan dengan kualitas, kuantitas dan waktu. Sisi kedua adalah berkaitan dengan upaya membandingkan penggunaannya atau bagaimana pekerjaan tersebut dilaksanakan. Secara umum produktivitas adalah ukuran produktif diartikan sebagai suatu perbandingan antara hasil keluaran (diukur dalam kesatuan fisik, bentuk dan nilai) dan hasil masukan (dibatasi dengan masukan tenaga kerja) atau *output input*. Menurut Muchdarsyah (1992), produktivitas dapat diartikan sebagai tingkatan efisiensi dalam memproduksi barang atau jasa. Pengukurannya berkaitan dengan tenaga kerja yang dapat menghitung pengeluaran yang digunakan atau jam kerja orang. Menurut Ravianto (2007), pengukuran produktivitas memiliki dua bentuk sebagai berikut:

- a. Bentuk sederhana
  - a.1. Produktivitas diukur untuk membanding jumlah kegiatan produksi dengan satuan waktu.
  - a.2. Produktivitas diukur untuk membanding antara *output* (hasil) berupa ton, produk, jam standar, dan jasa dengan *input* (masukan) berupa kapasitas jam atau orang.
- b. Bentuk majemuk  
Pengukuran produktivitas dengan membandingkan jumlah yang dihasilkan (*output*) merupakan kegiatan produktif terhadap jumlah keseluruhan sumber yang digunakan oleh unit (*input*).

Produktivitas secara umum merupakan hasil bagi antara *input* dan *output*. Produktivitas alat berat sendiri tergantung pada kinerja alat berat. Produktivitas *tower crane* dipengaruhi oleh siklus waktu. Waktu siklus dalam *tower crane* adalah satu putaran dalam *tower crane* yang terdiri dari gerakan vertikal (*hoist*), horizontal (*trolley*), dan berputar (*swing*) yang terdiri dari lima tahapan pekerjaan, yaitu mengikat, mengangkat, memindahkan material, menurunkan, dan melepas. Waktu siklus meliputi dua siklus, yaitu siklus waktu tetap (*fix time*) dan waktu variabel (*variable time*). Waktu tetap terdiri dari waktu dalam mengikat dan melepas material yang dipengaruhi oleh material yang diangkat. Sedangkan waktu variabel sangat dipengaruhi oleh jarak tempuh *tower crane* yang dapat diartikan bahwa waktu tempuh vertikal *tower crane* yang dipengaruhi oleh ketinggian dalam mengangkat dan menurunkan material, waktu tempuh rotasi *tower crane* yang dipengaruhi oleh sudut putar dalam mengangkat dan menurunkan material, dan waktu tempuh horizontal *tower crane* yang dipengaruhi oleh jarak titik tujuan material. Produktivitas *tower crane* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = \frac{q}{CT} \quad \text{.....(2.1)}$$

Keterangan:

Q = Produktivitas (ton/detik)  
q = Kapasitas (ton)  
CT = Waktu Siklus (detik)

Selanjutnya, untuk menghitung persentase waktu siklus produktivitas dengan rumus:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{waktu kerja tower crane}}{\text{waktu kerja proyek}} \times 100\% \quad \text{.....(2.2)}$$

Keterangan:

Waktu kerja *tower crane* = waktu *tower crane* bekerja dalam sehari  
Waktu kerja proyek = waktu kerja proyek dalam sehari

Hasil data dari perhitungan produktivitas *tower crane* selanjutnya diambil rata-rata dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Produktivitas rata-rata} = \frac{\text{total produktivitas}}{N (\text{hari})} \quad \text{.....(2.3)}$$

##### 2.2. Tower Crane

*Tower crane* merupakan alat berat utama yang menunjang kinerja dalam sebuah proyek. *Tower crane* untuk mengangkut barang menuju tempat yang lebih tinggi pada ruang yang terbatas dan yang bergerak secara horizontal dan vertikal. Menurut Irizarry dan Karan (2012), produktivitas *tower crane* tergantung pada tiga hal, yaitu tipe *tower crane*, jumlah *tower crane* dan lokasi *tower crane*. Pemilihan *tower crane* perlu dipertimbangkan pada pekerjaan konstruksi. Diantaranya adalah:

- a. Luas area proyek,
- b. Ketinggian bangunan,
- c. Luas bangunan dan karakteristik material yang diangkat,
- d. Ketinggian *tower crane*,
- e. Letak beban maksimum pada jangkauan *jib*.

##### 2.2.1. Tipe tower crane

Menurut Rostiyanti (2002), berdasarkan cara berdirinya *tower crane* dibagi menjadi empat tipe yaitu *free standing crane*, *rail mounted crane*, *climbing tower crane* dan *tied in tower crane*. Namun, hanya ada dua *tower crane* yang umum digunakan pada proyek konstruksi gedung bertingkat di Indonesia yaitu:

- a. *Climbing tower crane*

Dimas Dikttha Septana 14.B1.0075

Adhil Sonali 14.B1.0102



## Tugas Akhir

### Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang)

Jenis *tower crane* ini bekerja pada inti dari bangunan. Proses menaikkan *tower crane* jenis ini dapat menggunakan *hydraulic jack*. Jenis *tower crane* ini memiliki keuntungan yaitu tidak memerlukan banyak alat maupun ruang untuk menaikkan tinggi dari *tower crane* jenis ini, karena dapat dilakukan dengan *hydraulic jack* yang tidak membutuhkan ruang dan alat yang banyak. *Climbing tower crane* dapat diperlihatkan pada Gambar 2.1.

#### b. *Tied in crane*

Jenis *tower crane* ini umumnya bekerja pada ketinggian di atas 100 m karena cukup tinggi, maka *tower crane* jenis ini perlu dikaitkan dengan struktur bangunan agar mampu menahan gaya horizontal. Jenis *tower crane* ini sering dijumpai pada proyek bangunan gedung tingkat tinggi. *Tied in tower crane* dapat diperlihatkan pada Gambar 2.2.

#### 2.2.2. Bagian-bagian dari *tower crane*

*Tower crane* memiliki bagian-bagian yang menunjang dalam penggunaan *tower crane*, bagian-bagian *tower crane* diperlihatkan pada Gambar 2.3. Menurut Rostiyanti (2008), bagian-bagian *tower crane* dijabarkan sebagai berikut:

- Tie rops* berfungsi menahan *jib* agar posisi nya tetap tegak lurus 90° terhadap tiang utama.
- Counter weight* sebagai penyeimbang beban.
- Counter jib* sebagai tiang penyeimbang.
- Kabin operator sebagai tempat bagi operator untuk mengendalikan *tower crane*.
- Slewing ring* untuk memutar *jib*.
- Jib* atau *boom* adalah tiang horizontal yang panjangnya dapat diatur sesuai dengan jangkauan yang diinginkan.
- Trolley* adalah alat yang bergerak horizontal sepanjang *jib* untuk mengangkut material.
- Climbing device* berfungsi menambah ketinggian *tower crane*.
- Mast* adalah tiang yang berdiri di atas *base*.
- Footing block* adalah tempat pijakan *tower crane*.

#### 2.2.3. Tahapan pemasangan *tower crane*

Tahapan pemasangan *tower crane* dijabarkan sebagai berikut:

##### a. Pemasangan *fine angel* dan *base section*

Sebelum pemasangan *fine angel* dan *base section* yang dilakukan pertama kali adalah mempersiapkan pondasi semen yang telah dicor. Ukuran dan kedalaman pondasi tergantung tipe *tower crane* yang digunakan di proyek. Setelah pondasi disiapkan selanjutnya penanaman *fine angel* dan *base section* dari besi cor, yang berfungsi sebagai perkuatan pondasi. Pondasi *tower crane* sebelum dicor diperlihatkan pada Gambar 2.4.

Setelah pemasangan *fine angel* dan *base section* ke dalam pondasi yang telah dibuat, perlu menunggu satu minggu untuk menjadi keras dan kering. *Tower crane* berdiri dan dibuat dengan pondasi untuk menjaga stabilitasnya. Selanjutnya menghubungkan dengan bagian menara penompang (*tower crane*).

##### b. Pemasangan *mast section*

Pemasangan *mast section* memerlukan bantuan *mobile crane* untuk mengangkat dan menempatkan *mast section* pada *base section tower crane*. Apabila sesuai spesifikasi *free standing crane*, maka dilanjutkan perakitan per-bagian menggunakan bantuan *mobile crane*. *Mast section* diperlihatkan pada Gambar 2.5.

##### c. Pemasangan *climbing frame crane*

Pemasangan *climbing frame crane* menggunakan *mobile crane*. *Mobile crane* memasang *climbing frame crane* yang digunakan *self assembly*. *Climbing frame crane* akan mengangkat *slewing unit* ke atas sehingga terdapat ruang kosong di antara *slewing unit* dan *mast section*. Selanjutnya *jib mobile crane* akan mengangkat sebuah *mast section* untuk kemudian diletakan pada ruang kosong diantara *slewing unit* dan *mast section*. Kedua proses tersebut akan terus berlanjut hingga mendapat ketinggian yang diinginkan sesuai kebutuhan bangunan proyek. *Climbing frame crane* diperlihatkan pada Gambar 2.6.

##### d. Pemasangan kabin

Pemasangan kabin diletakan di atas *climbing crane* dengan bantuan *mobile crane*. Pemasangan kabin *tower crane* diperlihatkan pada Gambar 2.9.

##### e. Pemasangan *jib* atau *boom* dan *counter jib*

Selanjutnya pemasangan *boom* dan *counter jib* yang dibantu dengan alat *mobile crane*. *Boom* dan *counter jib* diperlihatkan pada Gambar 2.8.

##### f. Pemasangan *counter weight*

Pemasangan *jib* dan *counter jib* selesai selanjutnya pemasangan *counter weight*. *Tower crane* dirakit untuk mencapai ketinggian sesuai yang dibutuhkan proyek bangunan gedung. *Counter weight* diperlihatkan pada Gambar 2.9.

#### 2.2.4. Pembongkaran *tower crane*

Awal tahap pembongkaran *tower crane* diawali dengan *hooge* melepas bagian *section* terakhir. Bagian *section* akan dilepas sehingga menimbulkan ruang kosong antara *slewing* dengan *section* kedua terakhir dan selanjutnya teleskop diturunkan perlahan-lahan sehingga menyatu dengan *section* berikutnya. Proses ini diteruskan terus menerus hingga *slewing* menyatu dengan *section* satu. Pembongkaran *tower crane* dibantu dengan *mobile crane* untuk melepaskan *hoist* yang dilepaskan tiga buah terlebih dahulu, setelah itu *jib* beserta perlengkapannya dilepaskan. Selanjutnya *counter jib* dan kelengkapannya dilepas. *Top head* dan *slewing* dilepaskan dengan *mobile crane*, dilanjutkan dengan teleskop, *section* satu hingga *basic master*. Pembongkaran tinggal menyisakan pondasi *tower crane*, selanjutnya pembongkaran menggunakan alat berat untuk mengambil *fine angel*.

Dimas Dikttha Septana 14.B1.0075

Adhil Sonali 14.B1.0102



## Tugas Akhir

**Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang)**
**2.2.5. Analisis cycle time pada tower crane**

Menurut Sunur dkk., (2007) dalam Susetyo dan Sholahudin (2018), Susetyo dan Sholahudin (2018), *cycle time* diperoleh dari penjumlahan dari semua aktivitas kerja *tower crane* yang dimulai dari *load time*, *lifting time*, *unloading time* dan *time back*. *Cycle time* dibagi menjadi empat tahap yaitu:

- Waktu muat material  
Waktu muat material diperlukan untuk proses pengikatan material. Waktu muat material memerlukan ketepatan waktu sehingga bergantung pada kemampuan dari pekerja agar pekerjaan dapat selesai tepat waktu.
- Waktu pengangkatan  
Waktu pengangkatan merupakan waktu dimana material – material diangkat menuju tempat yang diinginkan.
- Waktu pembongkaran  
Waktu pembongkaran merupakan waktu untuk bongkar muat material yang sudah diikat sebelumnya.
- Waktu kembali  
Waktu kembali merupakan periode ulang dari semua proses setelah proses waktu pembongkaran selesai.

**2.2.6. Analisa jarak tempuh tower crane**

Menurut Susetyo dan sholahudin., (2018), analisa jarak tempuh *tower crane* terbagi menjadi tiga bagian, yaitu jarak tempuh vertikal, jarak tempuh horizontal dan jarak tempuh rotasi. Jarak tempuh pada *tower crane* dapat dirumuskan sebagai berikut:

- Jarak tempuh vertikal ( $D_v$ )  
Jarak vertikal adalah jarak yang ditempuh oleh *hoist* dalam jarak vertikal.  
 $D_v = HLT + H_0$  .....(2.4)

Keterangan:

$D_v$  = jarak tempuh vertikal (m)  
HLT = ketinggian tempat yang dituju (m)  
 $H_0$  = ketinggian jarak tambahan (m)

- Jarak tempuh horizontal ( $D_{H1}$ )  
Jarak horizontal adalah jarak tempuh *trolley* menuju *saddle jib*.  
 $D_{H1} = D_1 - D_2$  .....(2.5)

Keterangan:

$D_{H1}$  = jarak tempuh horizontal (m)  
 $D_1$  = jarak awal dari *tower crane* (m)  
 $D_2$  = jarak tujuan dari *tower crane* (m)

Untuk mendapat nilai  $D_1$  dan  $D_2$  adalah sebagai berikut:

- Jarak tempuh rotasi ( $\cos \alpha$  atau  $D_r$ )

Jarak rotasi ( $\cos \alpha$ ) adalah jarak dalam bentuk sudut rotasi antara *tower crane*, titik awal, dan titik tujuan dalam proses mekanisme *slewing*:

$$\cos \alpha = \frac{D_1^2 + D_2^2 + D_3^2}{2 \times D_1 \times D_2} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

$D_3$  = jarak titik awal menuju titik tujuan (m)

**2.2.7. Perhitungan siklus waktu tower crane**

Menurut Sunur dkk., (2007) dalam Susetyo dan Sholahudin (2018), perhitungan siklus waktu terbagi menjadi tiga bagian, yaitu waktu tempuh vertikal, waktu tempuh rotasi dan waktu tempuh horizontal. Rumusan siklus waktu *tower crane* dijabarkan sebagai berikut:

- Waktu tempuh vertikal ( $T_v$ )  
 $T_v = \frac{D_v}{V_v}$  .....(2.7)

Keterangan:

$T_v$  = waktu tempuh vertikal (detik)  
 $D_v$  = jarak tempuh vertikal (m)  
 $V_v$  = kecepatan *hoist tower crane* (m/ detik)

- Waktu tempuh rotasi ( $T_r$ )  
 $T_r = \frac{D_r}{V_r}$  .....(2.8)

Keterangan:

$T_r$  = waktu tempuh rotasi (detik)  
 $D_r$  = jarak tempuh rotasi (m)  
 $V_r$  = kecepatan *swing tower crane* (m/ detik)

- Waktu tempuh horizontal ( $T_h$ )  
 $T_h = \frac{D_h}{V_h}$  .....(2.9)

Dimas Dikttha Septana 14.B1.0075

Adhil Sonali 14.B1.0102



### Tugas Akhir

### Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang)

#### Keterangan:

- Th = waktu tempuh horizontal (detik)  
 Dh = jarak tempuh horizontal (m)  
 Vh = kecepatan trolley tower crane (m/detik)

#### 2.3. Building information modeling (BIM)

*Building Information Modeling* (BIM) adalah salah satu teknologi baru yang sangat modern bagi dunia arsitektur, industri rekayasa, dan konstruksi. Menurut Eastman dkk., (2009), kegunaan BIM yaitu memvisualisasikan bangunan proyek konstruksi secara virtual yang akurat yang dibuat secara digital. Data BIM yang telah dihasilkan berisi data geometri yang tepat dan data yang relevan. Hasil tersebut diperlukan untuk mendukung kegiatan konstruksi, fabrikasi dan pengadaan barang yang diperlukan untuk merealisasikan bangunan.

Menurut AGC (2005), *Building Information Modeling* merupakan data yang kaya, berorientasi objek, cerdas, parametrik digital representasi dari fasilitas, data yang sesuai dengan kebutuhan pengguna, dianalisis untuk menghasilkan informasi yang dapat digunakan untuk membuat keputusan dan meningkatkan kinerja pekerjaan proyek. Menurut Anindhita (2010), BIM merupakan proses inovasi dan efisien pengembangan informasi bangunan yang menggunakan model bangunan digital dan teknologi informasi. Menurut Eastman dkk., (2009), BIM sebagai salah satu perkembangan yang menjanjikan dalam dunia arsitektur, industri teknik dan konstruksi. Teknologi ini merupakan sebuah model virtual yang akurat untuk membangun bangunan secara digital. Menurut Azhar dkk., (2008), BIM dapat digunakan untuk tujuan berikut:

- Visualisasi: visualisasi 3D dapat dengan mudah dibuat dengan sedikit usaha tambahan.
- Shop drawings*: mudah untuk menghasilkan *shop drawings* untuk berbagai sistem bangunan dan dengan cepat menyelesaikan data yang salah.
- Code reviews*: sistem pemadam kebakaran dapat digunakan untuk merencanakan dan memvisualisasi pekerjaan.
- Analisis forensik: model informasi bangunan dapat dengan mudah diadaptasi untuk menggambarkan secara grafis potensi kegagalan, kebocoran, rencana, dan evakuasi.
- Fasilitas manajemen: departemen fasilitas manajemen dapat menggunakan BIM untuk renovasi, ruang perencanaan, dan operasi pemeliharaan.
- Perkiraan biaya: BIM memiliki fitur perkiraan biaya secara otomatis diekstraksi dan ditubah ketika ada perubahan model konstruksi.
- Urutan konstruksi: model informasi bangunan dapat digunakan secara efektif untuk membuat bahan pemesanan, fabrikasi, dan jadwal pengiriman untuk semua komponen bangunan.
- Mendeteksi kegagalan pekerjaan: model BIM dapat digunakan untuk mendeteksi kegagalan pekerjaan yang kurang akurat dan diperiksa secara visual. Contoh kegagalan pekerjaan yang dapat dideteksi oleh model BIM dapat dilihat pada Gambar 2.10.

*Building Information Modeling* telah banyak digunakan dalam pelaksanaan proyek konstruksi, seperti pada tahap perencanaan (*pre-construction*), tahap desain, tahap konstruksi dan tahap paska konstruksi. Menurut Hergunsel (2011), penggunaan BIM pada siklus pengembangan gedung diperlihatkan pada Gambar 2.11.

#### 2.3.1. Kelebihan BIM

Menurut Berlian dkk., (2016), kelebihan menggunakan BIM yaitu:

- Integrasi perangkat lunak  
 Proyek yang biasanya menggunakan beberapa perangkat lunak seperti analisis struktur, desain gambar dan menganalisis jadwal pekerjaan, sekarang dengan kemajuan dunia konstruksi dapat menggunakan dalam satu perangkat lunak yaitu BIM. Penggunaan BIM pada proyek dapat terakomodasi dalam satu perangkat lunak dan dapat dikerjakan oleh satu orang saja.
- Deteksi tabrakan desain  
*Building Information Modeling* dapat mendeteksi terjadinya kesalahan dalam mendesain arsitektur, struktur dan MEP. Kesalahan tersebut dapat dihindari dengan adanya deteksi *crash* dari perangkat lunak BIM dan mengurangi dalam pelaksanaan pekerjaan proyek.
- Proses yang lebih cepat  
 Penggunaan BIM membantu proses pekerjaan dengan sangat cepat.
- Penghematan sumber daya  
 Kebutuhan sumber daya untuk penggunaan BIM lebih sedikit pekerja, dikarenakan dari beberapa pekerjaan dapat dilakukan oleh satu orang pekerja.
- Penghematan biaya  
 Biaya yang dibutuhkan dalam suatu perencanaan proyek dapat diperkecil, karena dengan BIM dapat mengoptimalkan waktu dan sumber daya manusia.

Penggunaan BIM memberikan dampak yang positif, menurunkan biaya dan dapat melakukan penjadwalan proyek konstruksi. Gambar 2.12 responden menyatakan bahwa penggunaan BIM meningkatkan profitabilitas proyek.

#### 2.3.2. Manfaat BIM

Menurut CRC Construction Innovation (2007), manfaat utama BIM adalah representasi geometris yang akurat dari setiap detail bagian-bagian bangunan. Manfaat BIM dijabarkan sebagai berikut:

- Proses yang lebih cepat dan lebih efektif, informasi lebih mudah dibagikan, dapat menjadi nilai tambah dan digunakan kembali.
- Proposal desain pembangunan yang lebih baik dapat dianalisis dengan cermat, simulasi dapat dilakukan dengan cepat dan kinerja, memungkinkan solusi yang lebih baik dan inovatif.
- Biaya seumur hidup dan data lingkungan yang terkendali, kinerja lingkungan lebih mudah diprediksi dan biaya siklus hidup lebih dipahami.

Dimas Dikttha Septana 14.B1.0075

Adhil Sonali 14.B1.0102



### Tugas Akhir

### Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang)

- d. Perakitan otomatis data produk digital dapat dieksploitasi dalam proses hilir dan digunakan untuk pembuatan atau perakitan sistem struktural.
- e. Layanan pelanggan yang lebih baik, proposal lebih dipahami melalui visualisasi yang akurat.
- f. Data desain, konstruksi, dan informasi operasional dapat digunakan dimanajemen fasilitas.

#### 2.3.3. Manfaat penggunaan BIM

Penggunaan BIM dapat mendukung atau meningkatkan pekerjaan dan praktik bisnis industri AEC (*asean economic community*) atau FM (*facility management*). Menurut Eastman dkk., (2008), dalam *BIM handbook* memaparkan manfaat yang diharapkan dengan menggunakan program BIM sebagai berikut:

- a. Manfaat prakonstruksi untuk *Owner*
  - a.1. Konsep, kelayakan dan manfaat desain.
  - a.2. Peningkatan kinerja dan kualitas bangunan.
- b. Manfaat desain
  - b.1. Visualisasi desain yang lebih akurat.
  - b.2. Tingkat koreksi tinggi ketika membuat perubahan desain.
  - b.3. Menghasilkan gambar 2D yang akurat dan konsisten disetiap tahap desain.
  - b.4. Beberapa kolaborasi disiplin desain.
  - b.5. Memudahkan pemeriksaan terhadap desain.
  - b.6. Memperkirakan biaya selama tahap desain.
  - b.7. Meningkatkan efisiensi energi dan keberlanjutan.
- c. Manfaat konstruksi dan fabrikasi
  - c.1. Menemukan kesalahan desain sebelum konstruksi atau mengurangi konflik.
  - c.2. Bereaksi cepat untuk desain atau masalah proyek.
  - c.3. Menggunakan model desain sebagai dasar komponen fabrikasi.
  - c.4. Implementasi yang lebih baik dan teknik konstruksi ramping.
  - c.5. Sinkronisasi pengadaan dengan desain dan konstruksi.
- d. Manfaat sesudah konstruksi
  - d.1. Mengelola dan mengoperasikan fasilitas yang lebih baik, dan
  - d.2. Mengintegrasikan dengan operasi sistem manajemen fasilitas.

#### 2.3.4. Penggunaan BIM dalam manajemen konstruksi

Menurut Mehmet (2011), BIM memiliki kegunaan yang banyak untuk setiap pekerjaan proyek konstruksi. Penggunaan BIM dapat mengurangi kesalahan dalam pelaksanaannya dan mampu menganalisis biaya proyek dengan sangat detail. *Building information modeling* memberikan solusi dalam permasalahan yang berdampak pada biaya proyek yang tinggi. Menggunakan BIM juga meningkatkan kolaborasi antara arsitektur dan insiyur, sehingga dapat menguji ide-ide desain.

#### 2.3.5. Software pada Building Information Modeling

*Building information modeling* memiliki banyak *software* dan fungsinya yang mencakup MEP, struktur, arsitek, dan *software* 3D (Reinhardt, 2009) dapat diperlihatkan pada Tabel 2.1.

*Software* BIM yang digunakan itu membuat *shop drawing* dan *fabrication* dapat diperlihatkan pada Tabel 2.2.

*Software* BIM yang digunakan pada tahapan *contruction management and scheduling* dapat diperlihatkan pada Tabel 2.3.

#### 2.4. Tekla Structures

Menurut Saputri (2012), *tekla structures* merupakan salah satu *software* BIM berbasis ensiklopedia proyek yang memungkinkan untuk membuat desain gambaran proyek dan mengelola data secara rinci dan akurat, serta dapat membuat dan mengelola struktur 3D dengan memasukan material dan struktur yang kompleks. Menurut Firoz dan Rao (2012), *Software Tekla Structures* BIM memiliki manfaat yaitu presisi dan detail, hasil *output* yang sudah otomatis, efisien dan penghematan usaha manajemen. Penjelasan dari ketiga manfaat *tekla structures* pada proyek *design build* didasarkan pada:

- a. Presisi dan kejelasan detail
 

Menurut Mehmet (2011), BIM dapat memberikan representasi berupa gambar 3D. Visualisasi dapat memberikan pemahaman yang lebih tentang proyek yang dibangun secara lebih mendetail. Menurut Han dkk., (2014), konversi dari gambar 2D ke 3D dengan Revit maupun Autocad dapat membantu dalam pelaksanaan proyek konstruksi.
- b. Otomatisasi terhadap *output*

Teknologi yang baru dapat memudahkan para penggunanya karena memiliki *online hard drive* yang dapat diakses oleh semua orang, sehingga akan sangat mudah untuk mengubah dan memodifikasi data yang ada. BIM dapat melakukan *update* secara otomatis. BIM juga dapat menjaga informasi berupa analisis, desain dan dokumentasi proyek dalam satu tempat yang sama dan dapat dibagikan kesemua anggota tim dengan lebih mudah. BIM juga dapat memberikan keputusan desain yang lebih baik berdasarkan pada model (Schinler dan Nelson, 2008).
- c. Efisien dan penghematan upaya manajemen
 

Menurut Eastman dkk., (2011), BIM dapat membantu memodifikasi desain dengan menghilangkan atau mengurangi balok yang mungkin akan timbul konflik dari MEP secara tepat waktu.

*Software Tekla Structures* merupakan program yang mampu membantu dan mempersingkat proses *delivery* desain, pendetailan, proses manufaktur atau fabrikasi dan manajemen konstruksi. Kolaborasi antara pihak yang terlibat dalam proyek dapat diperlihatkan pada Gambar 2.13.

Gambar 2.13 memperlihatkan bahwa *tekla structures* merupakan program dengan kemampuan yang modern. *Tekla Structures* membantu menyelesaikan suatu proyek mulai dari prose perencanaan (pemodelan, analisa, struktur dan pendetailan), hingga proses pelaksanaan (fabrikasi dan manajemen konstruksi).

Dimas Dikttha Septana 14.B1.0075

Adhil Sonali 14.B1.0102





## Tugas Akhir

### Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang)

#### BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

##### 3.1. Tinjauan Umum

Penelitian merupakan kegiatan ilmiah untuk memperoleh suatu data yang akan diteliti. Penelitian kali ini terdapat empat tahap yaitu peninjauan lokasi proyek, pengumpulan data, pengolahan data dan kesimpulan saran.

##### 3.2. Peninjauan Lokasi Proyek

Tahap pertama yaitu melakukan peninjauan lokasi proyek sebagai lokasi penelitian. Proyek yang digunakan pada penelitian ini adalah proyek pembangunan Hotel Quest by Aston di Jl. Pemuda No. 169 Semarang.

##### 3.3. Pengumpulan Data

Pengamatan survei dimulai pada jam kerja yaitu pagi hari dari pukul 10.00 WIB – 15.00 WIB dan dilanjutkan kembali malam hari pada pukul 19.00 WIB – selesai. Data observasi yang dicatat yaitu *lifting*, *swing*, horizontal, *dropping* dan *idle*. Data observasi berupa *form* survei. *Form* survei dapat diperlihatkan Gambar 3.1.

Tempat *lifting tower crane* dimulai dari pintu masuk proyek dari lantai dasar dengan ketinggian  $\pm 0$  m sampai Lantai 2 dengan ketinggian 10.65 m. Ilustrasi bangunan Lantai dasar, Lantai 1 dan Lantai 2 proyek Hotel Quest by Aston Semarang dapat diperlihatkan pada Gambar 3.2.

Waktu *tower crane* beroperasi yang perlu dicatat yaitu: yang pertama *idle*, merupakan waktu saat *tower crane* tidak bekerja, *idle* juga merupakan waktu ketika pekerja proyek mempersiapkan untuk mengikatkan material dengan kait tali baja *tower crane* dan juga melepaskan kaitan peralatan maupun material proyek yang diangkat. Ke-dua *Lifting*, merupakan waktu *tower crane* beroperasi ketika peralatan maupun material diangkat dari lokasi fabrikasi menuju lapangan proyek. Ke-tiga *Swing*, merupakan waktu tempuh saat *tower crane* memindahkan peralatan maupun material proyek dengan gerakan memutar. Ke-empat *Dropping*, merupakan waktu *tower crane* beroperasi untuk menurunkan peralatan maupun material proyek. Pencatatan waktu tersebut diulang kembali secara terus menerus sampai peralatan maupun material proyek yang perlu dipindahkan sudah mencukupi kebutuhan proyek. Menghitung waktu *tower crane* beroperasi dibantu dengan alat *stopwatch*, alat tulis dan *form* survei yang sudah dibuat. Selama di proyek data yang berupa spesifikasi *tower crane*, tipe *tower crane* yang digunakan dan gambar *shop drawing* didapat dengan wawancara dengan pihak kontraktor dan operator yang mengendalikan *tower crane*. Spesifikasi *tower crane* tipe statis dengan merek XCMG QTZ160B (6516). Selanjutnya adalah jenis material dan peralatan proyek yang diangkat berupa *bucket*, baja tulangan, bekisting, dan *scaffolding*. Penelitian ini juga memerlukan *shop drawing* dalam bentuk AutoCad. *Shop drawing* yang diperlukan adalah gambar *site plan*, gambar tampak (depan, belakang dan samping gedung), detail struktur (balok, kolom, *shearwall* dan pelat lantai) Lantai dasar sampai lantai 1-2 dan denah Lantai dasar sampai lantai 1-2. *Shop drawing* dapat diperlihatkan pada Lampiran A. Dokumentasi proyek juga diperlukan sebagai dokumen penelitian dalam bentuk JPG.

##### 3.4. Analisis Data Tower Crane

Selama survei di lapangan berlangsung, penulis mencatat kegiatan *tower crane* dalam sehari. Data yang dicatat yaitu:

- Durasi waktu kerja *tower crane*.
- Jenis material maupun peralatan,
- Berat material yang diangkat.

Data yang sudah diperoleh selanjutnya diolah untuk menghitung jam kerja *tower crane* secara efektif. Data yang dihitung yaitu jam kerja tidak beroperasi dalam sehari dibagi jam kerja beroperasi dalam sehari. Selanjutnya hasil tersebut dikali 100%. Data yang diperoleh akan menunjukkan berapa persen produktivitas pemakaian *tower crane* dalam sehari.

##### 3.5. Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data lapangan yang diperlukan dalam penelitian, selanjutnya menganalisis data yang telah dicatat dalam *form* survei. Analisis data perhitungan siklus waktu *tower crane* menggunakan persamaan yang digunakan oleh Sunur dkk (2007) dalam Susetyo dan Sholahudin (2018). Persamaan yang digunakan yaitu persamaan (2.3), (2.4) dan (2.5) dapat diperlihatkan pada BAB 2. Data yang didapat diinput dengan menggunakan *Software Excel* atau dapat dihitung dengan cara manual. Selanjutnya menghitung jarak tempuh, jarak tempuh yang dimaksud merupakan jarak lokasi fabrikasi menuju Lantai 1-2. Jarak tempuh tersebut dihitung dengan pengukuran skala pada gambar *site plane*, pengukuran tersebut dengan menggunakan skala perbandingan.

Gambar ilustrasi *site plan* proyek Hotel Quest by Aston Semarang dapat diperlihatkan pada Gambar 3.3.

##### Keterangan:

- Direksi keet
- Barak pekerja
- Gudang alat dan material proyek
- Fabrikasi baja tulangan
- Lapangan proyek

Setelah mendapatkan data yang diperlukan dalam penelitian, selanjutnya menganalisis data. Analisis data jarak tempuh *tower crane* menggunakan *Software Excel* dengan persamaan Sunur dkk (2007) dalam Susetyo dan Sholahudin (2018). Persamaan yang digunakan yaitu persamaan (2.6), (2.7) dan (2.8) dapat diperlihatkan pada BAB 2. Data yang sudah diolah selanjutnya direkap dalam perhitungan persentase waktu siklus produktiv. Waktu siklus yaitu waktu kerja selama satu hari di lapangan proyek, sedangkan waktu siklus produktiv merupakan jam

Dimas Dikttha Septana 14.B1.0075

Adhil Sonali 14.B1.0102



### Tugas Akhir

### Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang)

kerja *tower crane* selama satu hari. Selama proses mencatat waktu tempuh dan jarak tempuh pemindahan material, berat dan jenis material juga perlu dicatat. Setelah menganalisis berat jenis material, jarak tempuh dan waktu tempuh pemindahan material, selanjutnya menghitung produktivitas *tower crane* dengan menggunakan rumus persamaan (2.1) yang diperlihatkan pada BAB 2.

Selanjutnya, untuk menghitung persentase waktu siklus produktivitas dengan rumus persamaan (2.2) yang diperlihatkan pada BAB 2. Hasil data dari perhitungan produktivitas *tower crane* selanjutnya diambil rata-rata dengan menggunakan rumus persamaan (2.3) yang diperlihatkan pada BAB 2. Hasil yang sudah diperoleh dan sudah dihitung, selanjutnya diinput ke dalam *software Tekla Structures*. Data yang diinput berupa gambar *site plan* dalam bentuk AutoCad yang berfungsi untuk menentukan lokasi *tower crane* dan proyek pembangunan Hotel Quest by Aston Semarang. Selain itu, detail struktur (balok, kolom, *shear wall* dan pelat lantai) Lantai 1-2 dan denah Lantai 1-2. Untuk *shop drawing* dalam bentuk AutoCad untuk penggambaran proyek pembangunan Hotel Quest by Aston Semarang agar lebih spesifik. *Shop drawing* bangunan proyek didesain secara 4D, yang sebelumnya dalam bentuk tampak gambar menjadi sebuah bentuk gambaran 4D. Setelah desain bangunan selesai, selanjutnya *penginputan gambar dalam bentuk animator. Software Tekla Structures* yang digunakan penulis belum memadai spesifikasi aplikasi, maka penggunaan animator dibantu dengan *mengexport data Tekla Structures* ke dalam *software Sketchup* untuk mendukung jalannya penelitian. Hasil tersebut yang menjadi animasi kinerja *tower crane* pada proyek pembangunan Hotel Quest by Aston Semarang. Kerangka metode penelitian diperlihatkan pada Gambar 3.4.

#### 3.6. Kesimpulan dan Saran

Tahap selanjutnya yaitu menyusun kesimpulan dan saran. Kesimpulan merupakan pernyataan dari hasil pembahasan data yang sudah dianalisis dan hasil pengolahan data. Kesimpulan berisikan jawaban dari pernyataan rumusan masalah. Saran merupakan pernyataan yang diperoleh dari hasil analisis dan pengelolaan data. Saran juga berisikan rekomendasi, dengan tujuan mengembangkan pengetahuan pada bidang yang diteliti. Penyusunan kesimpulan dan saran merupakan hasil akhir dari penyusunan laporan penelitian.



#### 3.7. Lokasi Proyek

Survei dilakukan pada Proyek Pembangunan Hotel Quest by Aston, dengan ketinggian dari lantai dasar sampai atap bangunan adalah 45,95 meter, serta luas bangunan proyek 6.895 m<sup>2</sup>. Lokasi proyek berada di Jl. Pemuda No. 169. Lokasi Proyek Pembangunan Hotel Quest by Aston Semarang dapat diperlihatkan pada Gambar 4.1.

#### Keterangan:

1. Lokasi Proyek Pembangunan Hotel Quest by Aston Semarang.
2. Lokasi *dereksi keet*, fabrikasi baja tulangan dan penyimpanan material.

#### 3.8. Pengumpulan Data

Pengumpulan data penelitian ini diperoleh dengan melakukan survei ke lapangan pada proyek bangunan gedung bertingkat yang sedang dilaksanakan di Kota Semarang. Pengamatan survei dimulai pada jam kerja yaitu pagi hari dari pukul 10.00 WIB – 15.00 WIB dan dilanjutkan kembali malam hari pada pukul 19.00 WIB – selesai. Pelaksanaan survei dimulai pada tanggal 15 April 2019. Peralatan yang digunakan dalam penelitian di lapangan yaitu *stopwatch* sebagai alat bantu untuk mengukur durasi pekerjaan *tower crane*, alat tulis, *form* survei dan APD (Alat Pelindung Diri) sesuai standar yang berlaku di dalam proyek. Survei dilakukan pada Proyek Pembangunan Hotel Quest by Aston Semarang. Bangunan proyek yang memiliki ketinggian 45,93 m, sangat membutuhkan alat berat yang dapat menjangkau pekerjaan pada elevasi yang tinggi serta dapat menjangkau keseluruhan lapangan proyek. Adapun alat yang dibutuhkan dalam pekerjaan proyek tersebut adalah *tower crane*. Spesifikasi *tower crane* pada Proyek Pembangunan Hotel Quest by Aston Semarang dapat diperlihatkan pada Lampiran B dan Tabel 4.1.

Apabila *tower crane* mengangkat beban lebih dari kapasitasnya, maka *switch* otomatis (*over load switch*) dan menyebabkan mesin *tower crane* padam. Sehingga, dalam kegiatan tersebut dapat terhindar dari kecelakaan yang tidak diinginkan. *Tower crane* pada Proyek Pembangunan Hotel

Dimas Dikttha Septana 14.B1.0075

Adhil Sonali 14.B1.0102



### Tugas Akhir

#### Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang)

Quest by Aston Semarang membutuhkan tenaga listrik sebagai tenaga penggerak. Tenaga listrik yang didapat berasal dari *generator set (genset)*. Data proyek yang digunakan sebagai bahan penelitian meliputi:

- Durasi kerja *tower crane*  
Durasi kerja *tower crane* dapat dilihat pada Tabel 4.2.
- Beban peralatan dan material yang diangkat *tower crane*  
Rekap beban peralatan dan material yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan proyek. Rekapitulasi beban peralatan dan material dapat dilihat pada Tabel 4.3.

c. Jarak tempuh pemindahan peralatan dan material material  
Jarak tempuh pemindahan peralatan dan material diukur secara skalatis. Data yang diperlukan yaitu gambar denah proyek. Jarak tempuh pemindahan peralatan dan material dapat dilihat pada Lampiran C.

- Peralatan dan material proyek  
Peralatan dan material proyek yang diangkat *tower crane* adalah baja tulangan, bekisting, *bucket* dan *scaffolding*. Baja tulangan dan bekisting diangkat dari lokasi penyimpanan material ke lokasi proyek dengan menggunakan *truck*. *Tower crane* tidak mengangkat secara langsung, disebabkan lokasi penyimpanan peralatan material dan lapangan proyek saling bersebrangan di jalan utama Kota Semarang untuk menghindari hal yang tidak diinginkan. Jangkauan *tower crane* dapat menjangkau sampai ke lokasi penyimpanan peralatan material, namun hanya dapat dilakukan untuk mengangkat baja tulangan dan bekisting ke atas *truck*. Tahap pengecoran dilakukan pada malam hari. Pengecoran dilakukan pada malam hari disebabkan jalan kota tidak terlalu ramai. Sehingga, *ready mix truck* dapat menggunakan jalan di depan proyek sebagai tempat parkir sekaligus tempat menuangkan beton *ready mix truck* ke dalam *bucket concrete*. Subkontraktor *ready mix truck* dari PT. JKB (Jati Kencana Beton). Peralatan dan material proyek Hotel Quest by Aston Semarang yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Peralatan dan material proyek Hotel Quest by Aston Semarang

Pengumpulan data dilakukan saat pelaksanaan pekerjaan Lantai 1 dan pekerjaan Lantai 2. Selain data survei yang diperoleh secara langsung, data lain yang diperlukan adalah *shop drawing*. *Shop drawing* yang diperlukan adalah gambar *site plan*, gambar tampak (depan, belakang dan samping gedung), detail struktur (balok, kolom, *shearwall* dan pelat lantai) Lantai 1-2 dan denah Lantai 1-2. *Shop drawing* dapat dilihat pada Lampiran A. Dokumentasi proyek juga diperlukan sebagai dokumen penelitian dalam bentuk JPG.

#### 3.9. Tekla Structures

Sebelum melangkah ketahap penginputan data ke dalam *Tekla Structures*, data seperti *shop drawing* proyek Hotel Quest by Aston Semarang dipelajari terlebih dahulu. Data yang dipelajari seperti gambar struktur bangunan proyek dan denah lokasi bangunan proyek. Tahapan penginputan data proyek pada *Tekla Structures* dapat dijabarkan sebagai berikut:

- Login Tekla Structures*
  - Buka *software Tekla Structures*
  - Tampilan awal *software* akan muncul, seperti diperlihatkan pada Gambar 4.2.
  - Selanjutnya, pada *environment* memiliki dua tampilan yang dapat dipilih yaitu *blank project* dan UK. Pada penelitian kali ini menggunakan UK.
  - Role* memiliki beberapa tampilan yang dapat dipilih antara lain *cast in situ detailer*, *concrete contractor*, *contractor*, *engineer*, *engineer incl cold rolled*, *precast detailer*, *steel detailer* dan *steel detailer inc CE marking*. Pada penelitian kali ini menggunakan *steel detailer* karena masuk pekerjaan struktur.
  - Configuration* memiliki beberapa tampilan yang dapat dipilih antara lain *project viewer*, *drafter*, *project manager*, *construction modeling*, *engineering*, *cast in place*, *primary*, *precast concrete detailing*, *full*, *educational* dan *developer*. Pada penelitian kali ini menggunakan *full*.
  - Data yang sudah dimasukkan dalam setiap ikon, selanjutnya untuk melanjutkan klik OK.
  - Halaman kerja *Tekla Structures* akan tampil. *Tekla Structures* siap untuk digunakan.
  - Selanjutnya masuk pada halaman kerja *software Tekla Structures*. Setelah masuk dalam halaman kerja, pilih file *new file* untuk memulai model baru. Ketik model *name* sebagai nama data, selanjutnya klik OK. Kotak dialog *new data Tekla Structures* dapat diperlihatkan pada Gambar 4.3.

#### b. Pembuatan *grid*

Tahap sebelum memodelkan struktur gedung, terlebih dahulu mengatur *grid*. Tujuan dari pembuatan *grid* yaitu menentukan titik as pada kolom dan mempermudah proses pembuatan. Pengaturan *grid* digunakan untuk menentukan jumlah dan ukuran dari koordinat x, y dan z.

- Langkah pertama untuk mengatur *grid*, klik pada halaman kerja *Tekla Structures*, klik dua kali pada garis koordinat. Garis koordinat dapat diperlihatkan pada Gambar 4.4.
- Selanjutnya akan tampil kotak dialog *grid*
- Masukan angka-angka pada parameter-parameternya koordinat x, y dan z. Setelah memasukan data koordinat
- Sumbu x dan y untuk membaca titik as struktur kolom
- Sumbu z untuk membaca elevasi setiap lantai bangunan proyek
- Tahap selanjutnya, memasukan nama pada kolom label untuk memudahkan dalam membaca koordinatnya dan menentukan setiap potongan gambar bangunan proyek

Dimas Dikttha Septana 14.B1.0075

Adhil Sonali 14.B1.0102



### Tugas Akhir

#### Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang)

7. Jika sudah memasukan data, selanjutnya klik *modify* dan *close* dari kotak dialog *grid*. Kotak dialog *grid* dapat diperlihatkan pada Gambar 4.5.
  8. Selanjutnya, setelah mengatur *grid* maka setiap titik as struktur kolom terlihat pada lembar kerja *Tekla Structures*. Tampilan parameter setiap titik as struktur kolom pada proyek Hotel Quest by Aston Semarang dapat diperlihatkan pada Gambar 4.6.
- c. Kolom
- Pada tahap ini akan dijabarkan langkah untuk membuat kolom pada *Tekla Structures* sebagai berikut:
1. Pada *modeling*, klik ikon *create concrete part* selanjutnya klik *column*. *Create concrete column* dapat diperlihatkan pada Gambar 4.7.
  2. Tahap selanjutnya yaitu mengatur dimensi kolom pada kotak dialog *concrete column properties*. Pada *attributes* diberi nama dan ukuran pada kolom. Selanjutnya, pada *position* atur tinggi dari kolom. *Concrete column properties* dapat diperlihatkan pada Gambar 4.8.
  3. Tahap berikutnya menentukan titik as kolom sesuai struktur gambar *grid* pada lembar kerja *Tekla Structures*. Ukuran kolom sesuai dengan ukuran pada gambar struktur proyek. Pemodelan struktur kolom proyek Hotel Quest by Aston Semarang dapat diperlihatkan pada Gambar 4.9.
- d. Shearwall
- Pada tahap ini akan dijabarkan langkah untuk membuat kolom pada *Tekla Structures* sebagai berikut :
1. Pada *modeling*, klik ikon *create concrete part* selanjutnya klik *panel*. *Create concrete panel* dapat diperlihatkan pada Gambar 4.10.
  2. Tahap selanjutnya yaitu mengatur dimensi *shearwall* pada kotak dialog *concrete panel properties*. Pada *attributes* berinama dan ukuran pada *shearwall*. Selanjutnya, pada *position* atur tinggi dari *shearwall*. *Concrete panel properties* dapat diperlihatkan pada Gambar 4.11.
  3. Tahap berikutnya menentukan titik *shearwall* sesuai struktur gambar *grid* pada lembar kerja *Tekla Structures*. Ukuran *shearwall* sesuai dengan ukuran pada gambar struktur proyek. Pemodelan struktur *shearwall* proyek Hotel Quest by Aston Semarang diperlihatkan pada Gambar 4.12.
- e. Balok
- Pada tahap ini akan dijabarkan langkah untuk membuat balok pada *tekla structures* sebagai berikut:
1. Pada *modeling*, klik ikon *create concrete part* selanjutnya klik *beam*. *Create concrete beam* dapat diperlihatkan pada Gambar 4.13.
  2. Tahap selanjutnya yaitu mengatur dimensi balok pada kotak dialog *concrete beam properties*. Pada *attributes* berinama dan ukuran pada balok. *Concrete beam properties* dapat diperlihatkan pada Gambar 4.14.
  3. Tahap berikutnya menentukan titik balok sesuai struktur gambar *grid* pada lembar kerja *Tekla Structures*. Ukuran balok sesuai dengan ukuran pada gambar struktur proyek. Pemodelan struktur balok proyek Hotel Quest by Aston Semarang diperlihatkan pada Gambar 4.15.
- f. Pelat lantai
- Pada tahap ini akan dijabarkan langkah untuk membuat pelat lantai pada *Tekla Structures* sebagai berikut:
1. Pada *modeling*, klik ikon *create concrete part* selanjutnya klik *slab*. *Create concrete slab* dapat diperlihatkan pada Gambar 4.16.
  2. Tahap selanjutnya yaitu mengatur dimensi balok pada kotak dialog *concrete slab properties*. Pada *attributes* berinama dan ukuran pada pelat lantai. *Concrete slab properties* dapat diperlihatkan pada Gambar 4.17.
  3. Tahap berikutnya menentukan titik pelat lantai sesuai struktur gambar *grid* pada lembar kerja *Tekla Structures*. Ukuran pelat lantai sesuai dengan ukuran pada gambar struktur proyek. Pemodelan struktur pelat lantai proyek Hotel Quest by Aston Semarang diperlihatkan pada Gambar 4.18.

Data yang sudah diolah menghasilkan gambar animasi 3D Lantai dasar, Lantai 1 dan Lantai 2 Proyek Hotel Quest by Aston Semarang. Animasi 3D Proyek Hotel Quest by Aston Semarang dapat diperlihatkan pada Gambar 4.19.

Data yang sudah diolah selanjutnya di *export* ke dalam bentuk animator. *Software Tekla Structures* yang digunakan penulis belum memadai spesifikasi aplikasi, maka penggunaan

Dimas Dikttha Septana 14.B1.0075

Adhil Sonali 14.B1.0102



### Tugas Akhir

#### Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang)

animator dibantu dengan mengexport data Tekla Structures ke dalam software Sketchup untuk mendukung jalannya penelitian.

#### 3.10. Pengoperasian Animator

Pengoperasian animator digunakan sebagai gambaran 3D bangunan proyek sebelum pelaksanaan pembangunan proyek dimulai. Penggunaan animator digunakan untuk memperlihatkan bentuk 3D struktur pekerjaan kolom, shear wall, balok dan pelat lantai pada Proyek Hotel Quest by Aston Semarang. Desain bangunan yang sudah dibuat selanjutnya di export ke dalam bentuk animasi. Software Tekla Structures kali ini tidak dapat melakukan export data dalam bentuk animasi, dikarenakan data pada software Tekla Structures belum mampu menunjang pengoperasian animator pada Tekla Structures. Program yang dapat menunjang pengoperasian animator adalah program sketchup, dikarenakan program sketchup dapat melakukan penginputan data menjadi animasi. Tahapan-tahapan penginputan animator dari Tekla Structures ke Sketchup, dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Klik file pada toolbar software tekla structures
- b. Klik export, selanjutnya ada beberapa tampilan untuk export
- c. Pilih sketchup, seagai data yang akan di export  
Export data ke sketchup dapat diperlihatkan pada Gambar 4.20.
- d. Tampil Properties sketchup export muncul, tampilan ini digunakan sebagai tempat penyimpanan data sketchup ke dalam folder penyimpanan. Properties sketchup export dapat diperlihatkan pada Gmabr 4.21.
- e. Label output file diisi sesuai dokumen yang akan disimpan dalam folder penyimpanan
- f. Klik create all untuk melanjutkan export data ke software sketchup
- g. Selanjutnya, export selesai. Klik clouse
- h. Data berhasil di export dalam bentuk file Sketchup
- i. Selanjutnya, buka aplikasi sketchup. Klik star using sketchup pada bagian pojok bawah tampilan awal sketchup. Tampilan kerja Sketchup mulai muncul. Tampilan awal software sketchup dapat diperlihatkan pada Gambar 4.22.
- j. Tunggu beberapa saat, maka keluar tampilan kerja sketchup. Halaman kerja sketchup dapat diperlihatkan pada Gambar 4.23.
- k. Klik file, pilih data yang telah di export dari Tekla Structures. klik dan pilih open, maka tampilan 3D bangunan Proyek Hotel Quest by Aston Semarang. 3D bangunan Proyek Hotel Quest by Aston Semarang dapat diperlihatkan pada gambar 4.24.
- l. Klik window, pilih default tray. Selanjutnya, klik scenes. Scenes dapar diperlihatkan pada Gambar 4.25.
- m. Blok setiap objek yang akan dijadikan animasi, selanjutnya klik 2 kali sampai objek yang dipilih warnanya terfokus pada objek itu sendiri. Objek pada software sketchup dapat diperlihatkan pada Gambar 4.26.
- n. Gambar objek selesai di scenes dan jumlah scenes ada 95 gambar untuk dijadikan animasi. Scenes pada tabel default tray dapat diperlihatkan pada Gambar 4.27.
- o. Selanjutnya, hasil dari scenes di export dalam bentuk animasi. Klik file pilih export dan terakhir klik animasi. Selanjutnya klik OK unutk melanjutkan proses export. Export data ke animasi dapat diperlihatkan pada Gambar 4.28.
- p. Langkah terakhir menunggu proses export berhasil. Export data animasi dapat diperlihatkan pada Gambar 4.29.
- q. Hasil dari pengolahan data sketchup yang sudah di export, menghasilkan data dalam bentuk visualisasi animasi dalam format MP4.

#### 3.11. Schedule

Scheduling berbentuk barchart. Pembuatan barchart dapat dilakukan dengan software Tekla Structures. Langkah-langkah pengerjaan scheduling pada Tekla Structures sebagai berikut:

- a. Klik Tools → Task Manager
- b. Task Manager akan terbuka. Tampilan task manager pada Tekla Structures dapat diperlihatkan pada Gambar 4.30.
- c. Klik "Create Task". Lalu ketik nama-nama kegiatan utama yang dikerjakan.
- d. Untuk membuat sub-sub kegiatan, klik "Create Subtask"
- e. Masukkan jadwal pengerjaan masing-masing kegiatan pada kolom "Planned Start Date, Planned End Date. Actual Start Date, Actual End Date".
- f. Setelah semua nama kegiatan dan jadwal masing-masing dibuat, langkah selanjutnya yaitu menghubungkan jadwal kegiatan dengan objek model masing-masing.
- g. Buka "Model Organizer" pada toolbar Tekla Structures.
- h. Setelah Model Organizer terbuka, tampilan model gedung dirubah terlebih dahulu dengan menekan Ctrl+5.

Dimas Dikttha Septana 14.B1.0075

Adhil Sonali 14.B1.0102



## Tugas Akhir

### Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang)

- i. Sebagai contoh, pada tipe kategori yang telah dibuat sebelumnya, pilih "Footings".
- j. Klik kanan, lalu tekan *Shift* dan pilih *Show Only Selected*. Maka objek model yang terbuka hanya footings saja.
- k. Tampilkan model dari tiga dimensi (3D) dirubah menjadi tampak atas dengan *Ctrl+P*.
- l. Pada *Task Manager* Pilih *Footings*, lalu klik kanan → pilih *Add Selected Objects*.
- m. Jadwal kegiatan dan objek model terhubung.

## BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Analisis Data Tower Crane

*Tower crane* merupakan alat berat yang digunakan untuk mengangkat atau memindahkan material maupun alat bantu kerja di dalam proyek. Fungsi dari *tower crane* yaitu mendistribusikan material dan peralatan proyek yang dibutuhkan oleh proyek. Analisis data perhitungan siklus waktu *tower crane* dapat diketahui dengan menggunakan persamaan Sunur dkk (2007) dalam Susetyo dan Sholahudin (2018). Data yang diperoleh berupa jam (menit) kerja *tower crane* serta kapasitas material (kg). Data yang sudah diolah dapat diketahui produktivitas kerja *tower crane*. Produktivitas *tower crane* di dalam sektor konstruksi bergantung pada kinerja sumber daya manusia, kapasitas material dan spesifikasi mesin dalam keadaan prima. Perhitungan pekerjaan produktivitas *tower crane* yang diamati adalah *tower crane* XCMG QTZ160B (6516) di Proyek Pembangunan Hotel Quest by Aston Semarang. Pekerjaan pengangkatan yang diamati adalah pekerjaan pengangkatan baja tulangan, pekerjaan pengangkatan bekisting, Pekerjaan pengangkatan *scaffolding* dan pekerjaan pengangkatan *bucket* yang berisi beton. Detail *idle time* penggunaan *tower crane* diluar jam kerja pengecoran dalam sehari dapat diperlihatkan pada Tabel 5.1.

Berdasarkan data yang telah diamati, *tower crane* yang digunakan untuk mengangkat material dan peralatan pendukung, diluar jam kerja pengecoran adalah 14 jam (08.00 WIB - 22.00 WIB). Jadi, setelah dikurangi waktu *tower crane* tidak beroperasi selama 4 jam, maka produktivitas jam kerja *tower crane* dalam sehari adalah 10 jam.

$$\text{Produktivitas} = \frac{10 \text{ jam}}{14 \text{ jam}} \times 100\% = 71,428\%$$

Jadi, produktivitas pemakaian *tower crane* dalam sehari adalah 71,428%.

Detail *idle time* penggunaan *tower crane* pada jam kerja pengecoran dalam sehari dapat diperlihatkan pada Tabel 5.2.

Jika di dalam jam kerja pengecoran adalah 19 jam kerja (08.00 WIB - 03.00 WIB). Jadi, setelah dikurangi waktu *tower crane* tidak beroperasi selama 6 jam, maka produktivitas jam kerja *tower crane* dalam sehari adalah 13 jam.

$$\text{Produktivitas} = \frac{13 \text{ jam}}{19 \text{ jam}} \times 100\% = 68,421\%$$

Jadi, produktivitas pemakaian *tower crane* dalam sehari adalah 68,421%.

### 5.2 Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data survei yang diperlukan dalam penelitian, selanjutnya menganalisis data. Analisis data perhitungan siklus waktu *tower crane* menggunakan persamaan yang digunakan oleh Sunur dkk (2007) dalam Susetyo dan Sholahudin (2018). Data survei dapat diperlihatkan pada Tabel 5.3.

Data yang diperoleh selama di lapangan, diinput dengan menggunakan *Microsoft Excel* atau dapat dihitung dengan cara manual. Selanjutnya, menghitung jarak tempuh. Jarak tempuh yang dimaksud merupakan jarak lokasi material yang akan diangkat menuju titik lokasi pekerjaan. Jarak tempuh tersebut dihitung dengan pengukuran skala pada gambar *site plane* proyek, pengukuran tersebut dengan menggunakan skala banding. Setelah mendapatkan data yang diperlukan dalam penelitian, langkah berikutnya ialah melakukan analisis data. Analisis data jarak tempuh *tower crane* menggunakan *Microsoft Excel* dengan persamaan Sunur dkk (2007) dalam Susetyo dan Sholahudin (2018), sebagai berikut:

d. Menghitung jarak tempuh

Menghitung jarak tempuh merupakan jarak yang diukur dari lokasi awal material yang akan diangkat menuju titik lokasi pekerjaan di dalam bangunan proyek.

1. Jarak tempuh vertikal ( $D_v$ )

Jarak tempuh vertikal merupakan jarak dari lokasi awal material yang diangkat secara vertikal ke atas. Data survei yang diperoleh, H<sub>L</sub> (ketinggian tempat yang dituju) adalah 0 m. H<sub>a</sub> (ketinggian jarak tambahan) adalah 5 m. Data yang diperoleh dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$D_v = 0 + 5 \\ D_v = 5 \text{ m}$$

2. Jarak tempuh horizontal ( $D_h$ )

Jarak tempuh horizontal merupakan jarak dari lokasi awal material yang diangkat menuju lokasi yang dituju secara horizontal. Data survei yang diperoleh, D<sub>2</sub> (jarak awal dari *tower crane*) adalah 48,64 m. D<sub>1</sub> (jarak tujuan dari *tower crane*) adalah 5,8 m. Data yang diperoleh dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$D_h = 48,64 - 5,8 \\ D_h = 42,84 \text{ m}$$

3. Jarak tempuh rotasi ( $D_r = \cos \alpha$  atau  $D_r$ )

Dimas Dikttha Septana 14.B1.0075

Adhil Sonali 14.B1.0102



## Tugas Akhir

**Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang)**

Jarak tempuh rotasi merupakan jarak putaran *tower crane* saat memindahkan material dari lokasi awal menuju lokasi yang diinginkan. Data survei yang diperoleh,  $D_1$  (jarak awal dari *tower crane*) adalah 48,64 m.  $D_2$  (jarak tujuan dari *tower crane*) adalah 5,8 m.  $D_3$  (jarak titik awal menuju titik tujuan) adalah 49,33 m. Data yang diperoleh dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\cos \alpha = \frac{5,8^2 + 48,64^2 - 49,33^2}{2 \times 5,8 \times 48,64}$$

$$\cos \alpha = 0,857 \text{ m}$$

$$\alpha = 42,91^\circ$$

$$\alpha = 0,77 \text{ rad}$$

## e. Perhitungan waktu jalan

Perhitungan waktu jalan yaitu perhitungan saat menghitung waktu material yang diangkut oleh *tower crane* dari lokasi awal material menuju lokasi pekerjaan dalam tahap pelaksanaan.

1. Waktu tempuh vertikal ( $T_v$ )

Waktu tempuh vertikal merupakan waktu dari lokasi awal material yang diangkut secara vertikal ke atas. Data survei yang didapat,  $D_v$  (jarak tempuh vertikal) adalah 5 m.  $V_v$  (kecepatan *hoist tower crane*) adalah 40 m/detik. Data yang diperoleh dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$T_v = \frac{5}{40}$$

$$T_v = 0,13 \text{ m/detik}$$

2. Waktu tempuh rotasi ( $T_r$ )

Waktu tempuh rotasi merupakan waktu dari lokasi awal material yang diangkut menuju lokasi yang dituju secara horizontal. Data survei yang didapat,  $D_r$  (jarak tempuh rotasi) adalah 0,77 m.  $V_r$  (kecepatan *swing tower crane*) adalah 45 m/detik. Data yang diperoleh dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$T_r = \frac{0,77}{45}$$

$$T_r = 0,02 \text{ m/detik}$$

3. Waktu tempuh horizontal ( $T_h$ )

Waktu tempuh horizontal merupakan waktu dari lokasi awal material yang diangkut menuju lokasi yang dituju secara horizontal. Data survei yang diperoleh,  $D_h$  (jarak tempuh horizontal) adalah 42,84 m.  $V_h$  (kecepatan *trolley tower crane*) adalah 30 m/detik. Data yang diperoleh dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$T_h = \frac{42,84}{30}$$

$$T_h = 1,43 \text{ m/detik}$$

4. Waktu tempuh *dropping* ( $T_d$ )

Waktu tempuh *dropping* merupakan waktu menurunkan material yang diangkut menuju lokasi yang dituju secara horizontal dari atas ke bawah. Data survei yang diperoleh,  $D_v$  (jarak tempuh vertikal) adalah 5 m.  $V_v$  (kecepatan *hoist tower crane*) adalah 40 m/detik. Data yang diperoleh dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$T_v = \frac{5}{37}$$

$$T_v = 0,14 \text{ m/detik}$$

Total waktu = vertikal + rotasi + horizontal + *dropping*

$$\text{Total waktu} = 0,13 + 0,02 + 1,43 + 0,14 = 1,71 \text{ m/detik}$$

## f. Perhitungan waktu kembali

Perhitungan waktu kembali merupakan perhitungan saat menghitung waktu material yang telah diangkut oleh *tower crane* dari lokasi pekerjaan kembali ke lokasi awal material yang telah diangkut.

1. Waktu tempuh vertikal ( $T_v$ )

Waktu tempuh vertikal merupakan waktu dari lokasi pekerjaan material yang diangkut secara vertikal ke atas. Data survei yang diperoleh,  $D_v$  (jarak tempuh vertikal) adalah 5 m.  $V_v$  (kecepatan *hoist tower crane*) adalah 25 m/detik. Data yang diperoleh dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$T_v = \frac{5}{25}$$

$$T_v = 0,20 \text{ m/detik}$$

2. Waktu tempuh rotasi ( $T_r$ )

Dimas Dikttha Septana 14.B1.0075

Adhil Sonali 14.B1.0102



### Tugas Akhir

#### Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang)

Waktu tempuh rotasi merupakan waktu dari lokasi pekerjaan material yang diangkat menuju lokasi awal pengangkutan material secara horizontal. Data survei yang diperoleh,  $D_r$  (jarak tempuh rotasi) adalah 0,77 m.  $V_r$  (kecepatan *swing tower crane*) adalah 30 m/ detik. Data yang diperoleh dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$T_r = \frac{0,77}{(30)}$$

$$T_r = 0,03 \text{ m/detik}$$

#### 3. Waktu tempuh horizontal ( $T_h$ )

Waktu tempuh horizontal merupakan waktu dari lokasi pekerjaan material yang diangkat menuju lokasi awal pengangkutan material secara horizontal. Data survei yang diperoleh,  $D_h$  (jarak tempuh horizontal) adalah 42,84 m.  $V_h$  (kecepatan *trolley tower crane*) adalah 20 m/ detik. Data yang diperoleh dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$T_h = \frac{42,84}{(20)}$$

$$T_h = 2,14 \text{ m/detik}$$

#### 4. Waktu tempuh *dropping* ( $T_v$ )

Waktu tempuh *dropping* merupakan waktu menurunkan material yang diangkat menuju lokasi awal pengangkutan material secara horizontal dari atas ke bawah. Data survei yang diperoleh,  $D_v$  (jarak tempuh vertikal) adalah 5 m.  $V_v$  (kecepatan *hoist tower crane*) adalah 20 m/ detik. Data yang diperoleh dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$T_v = \frac{5}{(20)}$$

$$T_v = 0,25 \text{ m/detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Total waktu} &= \text{vertikal} + \text{rotasi} + \text{horizontal} + \text{dropping} \\ \text{Total waktu} &= 0,20 + 0,03 + 2,14 + 0,25 \\ &= 2,62 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

#### g. Waktu bongkar muat

Waktu bongkar muat merupakan waktu dimana pekerja proyek memasang dan membongkar kaitan tali baja yang diikatkan ke *trolley*.

$$\begin{aligned} \text{Waktu muat} &= 5,47 \text{ menit} \\ \text{Waktu bongkar} &= 12,0 \text{ menit} \end{aligned}$$

#### h. Perhitungan waktu siklus

Perhitungan waktu siklus merupakan penjumlahan siklus kerja *tower crane* dalam mengangkut material proyek.

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus} &= \text{waktu muat} + \text{waktu angkat} + \text{waktu bongkar} + \\ &\quad \text{waktu kembali} \\ \text{Waktu siklus} &= 5,47 + 1,71 + 12,0 + 2,62 \\ \text{Waktu siklus} &= 21,8 \text{ menit} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan tersebut menghasilkan waktu siklus sekali pengangkutan material maupun peralatan proyek berdurasi kurang lebih 21,8 menit sekali pengangkutan. Perhitungan data selanjutnya sampai dengan data survei hari terakhir ditampilkan pada Lampiran C. Data yang sudah diolah selanjutnya direkap dalam perhitungan persentase waktu siklus pekerjaan *tower crane*. Waktu siklus yaitu waktu kerja selama satu hari di lapangan proyek, sedangkan waktu siklus produktif merupakan jam kerja *tower crane* selama satu hari. Selanjutnya, untuk menghitung persentase produktivitas dalam waktu siklus pekerjaan *tower crane* dengan rumus:

Contoh perhitungan produktivitas pemakaian *tower crane* dalam sehari pada tanggal 15 April 2019.

$$\text{produktivitas} = \frac{08.29.59}{14.28.39} \times 100\% = 58,71\%$$

Jadi, produktivitas pemakaian *tower crane* dalam sehari adalah 58,71%. Data rekapitulasi persentase siklus pekerjaan *tower crane* selama penelitian di lapangan dapat diperlihatkan pada Tabel 5.4.

Data yang sudah direkap memperlihatkan waktu siklus pada pengamatan hari kelima mengalami waktu siklus yang sangat produktif, yaitu sebesar 73,59%. Data tersebut menunjukkan bahwa jam kerja *tower crane* beroperasi selama 15.10.21 dalam sehari sangat efektif, karena jam kerja *tower crane* hampir sebanding dengan jam kerja proyek dalam sehari yaitu selama 20.37.00. Waktu siklus yang paling rendah pada hari ketiga, yaitu sebesar 41,86%. Data tersebut menunjukkan bahwa jam kerja *tower crane* beroperasi selama 05.44.58 dalam sehari kurang efektif, karena jam kerja *tower crane* tidak sebanding dengan jam kerja proyek dalam sehari yaitu selama 13.44.00. Rata-rata presentase waktu siklus produktif selama pengamatan 14 hari adalah 60,06%. Hal ini menunjukkan bahwa, jam beroperasi *tower crane* sangat mempengaruhi persentase siklus pekerjaan *tower crane*.

Dimas Dikttha Septana 14.B1.0075

Adhil Sonali 14.B1.0102





#### Tugas Akhir

### Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang)

Saat ini *tower crane* belum mengalami kendala teknis, sehingga pengoperasian *tower crane* berjalan sesuai yang diharapkan pihak proyek. Perbedaan persentase siklus pekerjaan *tower crane* diperlihatkan pada Gambar 5.1.

#### 5.3 Perhitungan Produktivitas Tower Crane

Selama proses penelitian dalam menganalisis waktu tempuh dan jarak tempuh pemindahan material, berat dan jenis material juga perlu dicatat. Selanjutnya, data produktivitas *tower crane* diolah. Contoh perhitungan produktivitas *tower crane* harian diambil sampel data tanggal 15 April 2019.

Volume harian : 22.753,88 kg  
Waktu siklus harian : 08.29.59 jam

$$\text{Produktivitas tower crane harian} = \frac{22.753,88 \text{ kg}}{08.29.59 \text{ jam}}$$

$$\text{Produktivitas tower crane harian} = 2744,74 \text{ kg/jam}$$

Hasil dari perhitungan analisa produktivitas *tower crane* pada proyek Hotel Quest by Aston Semarang.

$$\text{Produktivitas rata-rata} = \frac{\text{total produktivitas}}{N(\text{hari})}$$

$$\text{Produktivitas rata-rata} = \frac{42886,75 \text{ kg/jam}}{14 \text{ hari}}$$

$$\text{Produktivitas rata-rata} = 3063,34 \text{ kg/jam}$$

Data lapangan yang sudah direkapitulasi selama 14 hari didapatkan produktivitas *tower crane* dengan rata-rata produktivitas 3036,34 kg/jam. Perbedaan produktivitas *tower crane* diperlihatkan pada Gambar 5.2.

Data yang sudah direkapitulasi memperlihatkan siklus pekerjaan *tower crane* pada hari pengamatan kelima mengalami siklus pekerjaan *tower crane* yang lebih produktif, yaitu sebesar 5664,90 kg/jam dan waktu siklus yang paling rendah pada hari kedua belas, yaitu sebesar 316,30 kg/jam. Data tersebut menunjukkan bahwa volume yang diangkut *tower crane* sangat mempengaruhi waktu. Jika dalam sehari kebutuhan material dan peralatan proyek diperlukan sesuai kebutuhan proyek serta durasi waktu yang tepat, maka produktivitas *tower crane* yang beroperasi selama sehari sangat produktif. Bila material dan peralatan yang diangkut mengalami penundaan dan memerlukan waktu yang lama, maka *tower crane* tidak berjalan secara produktif. Faktor lain yang mempengaruhi produktivitas rendah yaitu, faktor cuaca. Faktor cuaca seperti hujan sangat menghambat jalannya pekerjaan *tower crane*, karena ekstremnya angin yang kencang. Angin yang kencang pada ketinggian *tower crane*, menyebabkan operator *tower crane* dengan terpaksa memberhentikan mesin *tower crane*. Keputusan ini diambil untuk mengurangi resiko terjadinya hal yang tidak diinginkan.

#### 5.4 Produktivitas setiap Zona pekerjaan

Pembagian zona pada proyek Hotel Quest by Aston Semarang dibagi menjadi 3 Zona, yaitu Zona A, Zona B dan zona C. Setiap Zona memiliki pembagian waktu produktivitasnya masing-masing. Berikut ditampilkan Tabel 5.6 pembagian Zona pekerjaan.

Tabel 5.6. Pembagian Zona pekerjaan

Setiap Zona pekerjaan memiliki nilai produktivitas yang berbeda. Besar kecilnya nilai produktivitas didasarkan oleh perbedaan kebutuhan material maupun peralatan yang diangkut oleh *tower crane*, serta sumber daya manusia dalam memasang atau melepas material pada *hoist tower crane*. Seperti halnya pada pengecoran pelat lantai pada Lantai 2 Zona B yang memiliki nilai produktivitas 2,408 kg/detik. Nilai ini didasarkan karena intensitas pengangkutan material beton *readymix* yang cukup banyak, sehingga menjadikan produktivitas pada pengecoran pelat lantai pada Lantai 2 Zona B cukup besar. Faktor lainnya adalah menunggu truk *readymix* selanjutnya yang memakan waktu cukup lama dikarenakan terdapat proyek yang berbeda dengan subkon yang sama sehingga perlu waktu tunggu lebih lama.

Data Tabel 5.6 memperlihatkan rekaptulasi nilai produktivitas setiap Zona pekerjaan selama 14 hari. Selanjutnya, menghitung nilai produktivitas (volume : waktu) setiap Zona. Nilai produktivitas setiap Zona selanjutnya diambil rata-rata dengan menjumlahkan nilai produktivitas dibagi jumlah Zona pekerjaan yang didapat. Perbedaan nilai produktivitas setiap Zona pekerjaan dapat ditampilkan pada Tabel 5.7.

#### 5.5 Tekla Structures

Hasil yang diperoleh pada penggunaan *Tekla Structures* terhadap gambar bangunan gedung dalam bentuk *Autocad* yaitu bentuk 4D atau animasi bangunan gedung Proyek Hotel Quest Aston by Semarang. Data yang diperoleh menampilkan bentuk bangunan secara 4D, sehingga gambaran proyek dapat diperlihatkan posisi struktur bangunan secara jelas. Data animasi 4D dari hasil penggunaan *Tekla Structures* dapat diperlihatkan pada Lampiran D.

#### 5.6 Schedule

Dimas Dikttha Septana 14.B1.0075

Adhil Sonali 14.B1.0102



### Tugas Akhir

#### *Building Information Modeling* Pada Produktivitas *Tower Crane* Dengan Menggunakan *Tekla Structures* (Hotel Quest by Aston Semarang)

Hasil dari *penginputan* data yang diperoleh pada waktu penelitian berlangsung di lapangan proyek, dapat diaplikasikan ke dalam *Tekla Structures* pada tampilan *Task Manager*. Data yang *diinput* berupa jenis pekerjaan, waktu kerja *proyek*, material maupun peralatan yang diangkat dan beban yang di angkut *tower crane* dalam sehari, selama penelitian 14 hari. Namun, dalam *Task Manager* ini belum sempurna. Data dalam satu hari pekerjaan tidak bisa *diinput* bekerja selama 24 jam. Waktu yang digunakan dalam aplikasi ini hanya terbatas 8 jam kerja dalam sehari. Sehingga, data yang *diinput* ke dalam *Task Manager* hanya sampai jam kerja sore yaitu jam 16.00 WIB. Hasil data lapangan dapat dilakukan sesuai jam kerja, namun hanya terbatas 8 jam. *Scheduling* yang berbentuk *barchart* dapat ditampilkan pada Gambar 5.3.

Hasil dari *barchart* ini, dihasilkan dari *penginputan* jadwal kegiatan *tower crane* dalam memindahkan material maupun peralatan. *Penginputan* dimulai dari kebutuhan material maupun peralatan yang diangkat, kapasitas yang diangkat, waktu yang diperlukan pada saat pengangkutan. Fungsi dari hasil *barchart* ini digunakan untuk menentukan urutan pekerjaan, sehingga sesuai dengan kebutuhan serta pelaksanaan dapat berjalan dengan lancar. Fungsi lainnya untuk mendeteksi terjadinya keterlambatan pelaksanaan, sehingga dapat dicegah sedini mungkin atau dapat mengambil kebijakan lain.

## BAB 6 PENUTUP

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang sudah dikumpulkan dan sudah diolah, maka kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah:

- Tingkat persentase jam kerja *tower crane* selama 14 hari paling tinggi 73,59%. Tingginya persentase tersebut disebabkan penggunaan waktu yang efisien sehingga, tidak ada waktu yang terbuang.
- Rendahnya produktivitas disebabkan beberapa faktor. Faktor yang pertama, terlambatnya waktu pengiriman material dan peralatan yang disebabkan besarnya arus lalu lintas yang sangat dekat dengan lokasi penyimpanan material dan lokasi proyek. Faktor yang kedua, faktor cuaca hujan yang tidak dapat diprediksi. Faktor yang ketiga, lamanya waktu pekerja proyek lapangan dalam pemasangan maupun pembongkaran material dan peralatan pada *hoist* tali baja *tower crane*.
- Besarnya produktivitas rata-rata setiap Zona pekerjaan di Proyek Hotel Quest by Aston Semarang adalah Zona A sebesar 0,948 kg/detik. Hal ini memperlihatkan produktivitas Zona A lebih besar dibandingkan dengan produktivitas Zona B (0,690 kg/detik) dan Zona C (0,875 kg/detik). Besarnya produktivitas di Zona A disebabkan *tower crane* memiliki kesempatan lebih banyak dalam melakukan pemindahan material maupun peralatan pada lokasi di Zona A.

### 6.2 Saran

Penelitian laporan ini masih jauh dari sempurna, kekurangan yang perlu ditambahkan yaitu:

- Perlunya waktu tambahan lebih lama dalam survei lapangan, kurang lebih dua bulan penuh di dalam lapangan proyek. Hal ini untuk menghindari kekurangan atau ketinggalan informasi data saat pelaksanaan proyek berlangsung.
- Lokasi penelitian yang digunakan untuk penelitian sebaiknya lebih dari satu proyek, sehingga dapat membandingkan progres jalannya pekerjaan proyek.
- Software* yang diunduh harus benar-benar lengkap dan sesuai standar *software* tersebut, sehingga tidak menghambat dalam pengolahan data.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aniendhita, R. (2010): *Studi Literatur Tentang Program Bantu Autodesk Revit Structure* Program Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh Noverber. Surabaya.  
[https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-16482-3107100058\\_Paper.pdf&ved=2ahUKEwiU9ZyejLLIAhVE63MBHfuaDAsQFjAAegQIARAB&usg=AOvVa3ft\\_45LpMIEYpYcXJgmljs](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-16482-3107100058_Paper.pdf&ved=2ahUKEwiU9ZyejLLIAhVE63MBHfuaDAsQFjAAegQIARAB&usg=AOvVa3ft_45LpMIEYpYcXJgmljs)

Dimas Dikttha Septana 14.B1.0075

Adhil Sonali 14.B1.0102



### Tugas Akhir

### Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang)

- Asiyanto. (2008). *Manajemen Alat Berat Untuk Konstruksi*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.  
[https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://etd.repository.ugm.ac.id/downloadfile/105121/potongan/S1-2016-330209-bibliography.pdf&ved=2ahUKewiaUJCMjblIAhU8XMBHeUTCJEQFJAeGQIBhAC&usq=A0vVaw05hdLwlgChD\\_b1P8Xl3zW-](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://etd.repository.ugm.ac.id/downloadfile/105121/potongan/S1-2016-330209-bibliography.pdf&ved=2ahUKewiaUJCMjblIAhU8XMBHeUTCJEQFJAeGQIBhAC&usq=A0vVaw05hdLwlgChD_b1P8Xl3zW-)
- Associated General Contractors of America (AGC) (2005). *The Contractor's Guide to BIM*, 1st ed. AGC Research Foundation, Las Vegas.  
[http://www.google.com/url?q=https://www.engr.psu.edu/ae/thesis/portfolios/2008/tjs288/Research/AGC\\_GuideToBIM.pdf&sa=U&ved=0ahUKEwj91uTFy8DIAhVCs8KHfWiAyoQFggUMAA&usq=A0vVaw1SCuU7-V3l0BmrS0X11vAAO](http://www.google.com/url?q=https://www.engr.psu.edu/ae/thesis/portfolios/2008/tjs288/Research/AGC_GuideToBIM.pdf&sa=U&ved=0ahUKEwj91uTFy8DIAhVCs8KHfWiAyoQFggUMAA&usq=A0vVaw1SCuU7-V3l0BmrS0X11vAAO)
- Azhar, S., Hein, M., dan Sketo, B. (2008). *Building Information Modeling: Benefits, Risks and Challenges, Proceedings of the 44th ASC National Conference*. Auburn, Alabama, USA.  
[http://www.google.com/url?q=https://www.semanticscholar.org/paper/Building-Information-Modeling-\(BIM\)-%253A-Benefits-%252C-Azhar-Hein/f06d49120df6b73e1a43008edd3c89141e91d91d33MzXDEi&sa=U&ved=0ahUKEwjncbsy8DIAhVKPo8KHTqRDrcQFggUMAA&usq=A0vVaw0Ld6dMyhFL53-M1AVk5JTp](http://www.google.com/url?q=https://www.semanticscholar.org/paper/Building-Information-Modeling-(BIM)-%253A-Benefits-%252C-Azhar-Hein/f06d49120df6b73e1a43008edd3c89141e91d91d33MzXDEi&sa=U&ved=0ahUKEwjncbsy8DIAhVKPo8KHTqRDrcQFggUMAA&usq=A0vVaw0Ld6dMyhFL53-M1AVk5JTp)
- Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat, (2017). *Survei Perusahaan Konstruksi Tahunan 2017*. Jakarta Pusat: Badan Pusat Statistik.  
<https://www.bps.go.id/publikasi.html>
- Berlian, P.C.A., Adhi, R.P., Hidayat, A., dan Nugroho, H. (2016). Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya dan Sumber Daya Manusia antara Metode Building Information Modeling (BIM) dan Konvensional (Studi Kasus: Perencanaan Gedung 20 Lantai). Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Semarang.  
[http://www.google.com/url?q=https://media.neliti.com/media/publications/109827-ID-perbandingan-efisiensi-waktu-biaya-dan-s.pdf&sa=U&ved=0ahUKEwiUk9aEzMDIAhXDihAKHb0d8d8QFggZMAE&usq=A0vVaw0nMiKB3\\_VgA0qzoXy6eQtw](http://www.google.com/url?q=https://media.neliti.com/media/publications/109827-ID-perbandingan-efisiensi-waktu-biaya-dan-s.pdf&sa=U&ved=0ahUKEwiUk9aEzMDIAhXDihAKHb0d8d8QFggZMAE&usq=A0vVaw0nMiKB3_VgA0qzoXy6eQtw)
- Chavada, R., Dawood, N.N., dan Kassem, M (2012). *Construction Workspace Management: the Development and Application of a Novel and Planning Approach and Tool*. Journal of Technology in Construction.  
[http://www.google.com/url?q=https://www.itcon.org/papers/2012\\_13.content.07761.pdf&sa=U&ved=0ahUKEwEjEjdzMDIAhUjeYKHEx3DskQFggUMAA&usq=A0vVaw3jd9uvbe1h2lDl3MzXDEi](http://www.google.com/url?q=https://www.itcon.org/papers/2012_13.content.07761.pdf&sa=U&ved=0ahUKEwEjEjdzMDIAhUjeYKHEx3DskQFggUMAA&usq=A0vVaw3jd9uvbe1h2lDl3MzXDEi)
- Cheng, T., dan Teizer, J. (2014). *Modeling tower crane operator visibility to minimize the risk of limited situational awareness. Computing in Civil Engineering*.  
<https://pdfs.semanticscholar.org/a493/29ded75758dbdd9ec08aa21cet978e55098e.pdf>
- CRC Construction Innovation. (2007). *Adopting BIM for Facilities Management: Solutions for Managing the Sydney Opera House*. Cooperative Research Center for Construction Innovation, Brisbane, Australia.  
[http://www.google.com/url?q=http://www.construction-innovation.info/images/CRC\\_Dig\\_Model\\_Book\\_20070402\\_v2.pdf&sa=U&ved=0ahUKEwiwvBKMzcDIAhXfmeYKHafHDOIQFggUMAA&usq=A0vVaw2slQOr03oyrfrn3jkQfU56X](http://www.google.com/url?q=http://www.construction-innovation.info/images/CRC_Dig_Model_Book_20070402_v2.pdf&sa=U&ved=0ahUKEwiwvBKMzcDIAhXfmeYKHafHDOIQFggUMAA&usq=A0vVaw2slQOr03oyrfrn3jkQfU56X)
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., dan Liston, K. (2008). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. John Wiley and Sons.  
[https://www.academia.edu/3183272/BIM\\_handbook\\_A\\_guide\\_to\\_building\\_information\\_modeling\\_for\\_owners\\_managers\\_designers\\_engineers\\_and\\_contractors](https://www.academia.edu/3183272/BIM_handbook_A_guide_to_building_information_modeling_for_owners_managers_designers_engineers_and_contractors)
- Eastman C., Teicholz, P., Sacks, R., dan Liston, K. (2009). *BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. John Wiley and Sons.  
[https://www.academia.edu/3183272/BIM\\_handbook\\_A\\_guide\\_to\\_building\\_information\\_modeling\\_for\\_owners\\_managers\\_designers\\_engineers\\_and\\_contractors](https://www.academia.edu/3183272/BIM_handbook_A_guide_to_building_information_modeling_for_owners_managers_designers_engineers_and_contractors)
- Firoz, S dan Rao, S. (2012). *Modelling concept of susiatinable steel building by tekla software*. International journal of Engineering Research and Development.  
<http://www.google.com/url?q=https://pdfs.semanticscholar.org/6bb4/8666b6851c8a800f64bb56f339d47ae7f8.pdf&sa=U&ved=0ahUKEwifmZumzcDIAhVJ7HMBHTgwC0oQFggUMAA&usq=A0vVaw0Rfa5l5tFhM1f7hd7nRmsz>
- Gerber, B, dan Rice, S. (2010). *The Perceived Value of Building Information Modeling in the U.S. Building Industry*. Journal of Information Technology in Construction 15.  
[http://www.google.com/url?q=https://www.itcon.org/papers/2010\\_15.content.02423.pdf&sa=U&ved=0ahUKEwjk6vK6zcDIAhWPILcAHVqtDEgQFggUMAA&usq=A0vVaw25j0PWn6Oll5zKP5t7nme1](http://www.google.com/url?q=https://www.itcon.org/papers/2010_15.content.02423.pdf&sa=U&ved=0ahUKEwjk6vK6zcDIAhWPILcAHVqtDEgQFggUMAA&usq=A0vVaw25j0PWn6Oll5zKP5t7nme1)
- Halpin, Daniel, W., dan Riggs, L.S. (1992). *Planning and Analysis of Construction Operations*.  
[http://www.google.com/url?q=https://blimpoini.firebaseio.com/aa788/planning-and-analysis-of-construction-operations-by-daniel-w-halpin-leland-s-riggs-047155510x.pdf&sa=U&ved=0ahUKEwjmR\\_XOzcDIAhX1muYKHVwwCs8QFggfMAI&usq=A0vVaw1UyHmj\\_RU8lQZ6-Gb59efS](http://www.google.com/url?q=https://blimpoini.firebaseio.com/aa788/planning-and-analysis-of-construction-operations-by-daniel-w-halpin-leland-s-riggs-047155510x.pdf&sa=U&ved=0ahUKEwjmR_XOzcDIAhX1muYKHVwwCs8QFggfMAI&usq=A0vVaw1UyHmj_RU8lQZ6-Gb59efS)
- Han, R., Mo, W., dan Jin, R. (2014). *Research on the application of BIM Technology in Indemnificatory Houses Planning and Design*. Applied Mechanics and Materials.  
<http://www.google.com/url?q=http://publication.petra.ac.id/index.php/dimensi-utama/article/viewFile/6575/5989&sa=U&ved=0ahUKEwjqqrTozcDIAhVM8XMBHRUqDFQFggZMAE&usq=A0vVaw316Gic1fhljk9BKvok9eiC>
- Keputusan Presiden. (2002). Undang-Undang Republik Indonesia No. 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2002. Sekretariat Negara. Jakarta.

Dimas Dikttha Septana 14.B1.0075

Adhil Sonali 14.B1.0102



## Tugas Akhir

**Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang)**

- <http://www.sanitasi.net/undang-undang-no-28-tahun-2002-tentang-bangunan-gedung.html>  
 Irizarry, J., dan Karan, E.P. (2012): *Optimizing location of tower cranes on construction sites through GIS and BIM integration*.
- <http://www.google.com/url?q=http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download%3Fdoi%3D10.1.1.654.9056%26rep%3Drep1%26type%3Dpdf&sa=U&ved=0ahUKEwiF9oP8zcDIAhWD73MBHTkvDQEQFggZMAE&usq=AOvVaw3pD90MgPgGJKiFt8YL-3G>
- Mehmet, H. (2011): *Benefits Of Building Information Modeling For Construction Managers And Bim Based Scheduling*. United States: Graduate Program, Worcester Polytechnic Institute.
- [http://www.google.com/url?q=https://web.wpi.edu/Pubs/ETD/Available/etd-042011-135239/unrestricted/MHergunsel\\_Thesis\\_BIM.pdf&sa=U&ved=0ahUKEwiA2prQzsDIAhWQ8XMBHYwICZoQFggUMAA&usq=AOvVaw0LaMITrNwARKh9hB4fpu\\_E](http://www.google.com/url?q=https://web.wpi.edu/Pubs/ETD/Available/etd-042011-135239/unrestricted/MHergunsel_Thesis_BIM.pdf&sa=U&ved=0ahUKEwiA2prQzsDIAhWQ8XMBHYwICZoQFggUMAA&usq=AOvVaw0LaMITrNwARKh9hB4fpu_E)
- Ravianto, J. (2007): *Produktivitas dan Pengukuran*, PT. Binamaan Tekniks Aksara.  
<http://e-journal.uajy.ac.id/3551/3/2EA16466.pdf>
- Rayendar, B., dan Soemardi, W. (2014): *Studi Aplikasi Teknologi Building Informasi Modeling untuk Pra-Konstruksi, Mahasiswa Program Studi Magister dan Doktor Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Staf Pengajar Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung*.
- [http://www.google.com/url?q=https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/5528/3.Rayendra.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&sa=U&ved=0ahUKEWjzg4btzsDIAHw47XMBHWzTCi8QFggZMAE&usq=AOvVaw1ThpHbG5gGUmBnlZy4\\_diR](http://www.google.com/url?q=https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/5528/3.Rayendra.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&sa=U&ved=0ahUKEWjzg4btzsDIAHw47XMBHWzTCi8QFggZMAE&usq=AOvVaw1ThpHbG5gGUmBnlZy4_diR)
- Reinhardt, J. (2009): *Appendix C: BIM Tools Matrix. The Contractor's Guide to BIM*, 2nd ed., AGC of America.  
[https://www.academia.edu/5772494/BENEFITS\\_OF\\_BUILDING\\_INFORMATION\\_MODELING\\_FOR\\_CONSTRUCTION MANAGERS\\_AND\\_BIM\\_BASED\\_SCHEDULING](https://www.academia.edu/5772494/BENEFITS_OF_BUILDING_INFORMATION_MODELING_FOR_CONSTRUCTION MANAGERS_AND_BIM_BASED_SCHEDULING)
- Rostiyanti, S.F. (2002): *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.  
[https://www.academia.edu/34486145/TOWER\\_CRANE.pdf](https://www.academia.edu/34486145/TOWER_CRANE.pdf)
- Rostiyanti, S.F. (2008): *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi (Edisi ke 2)*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.  
<https://www.scribd.com/doc/315338489/alat-berat-untuk-proyek-konstruksi-doc>
- Saputri, F. (2012): *Penerapan Building Information Modeling (BIM) pada Pembangunan Struktur Gedung Perpustakaan IPB Menggunakan Software Tekla Structures 17*. Institut Pertanian Bogor.  
[http://www.google.com/url?q=https://repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/57938/9/F12fsa.pdf&sa=U&ved=0ahUKEwixufGz8DI-AhXAILcAHfsdBaYQFggUMAA&usq=AOvVaw0Whn9j23ePwry-LAp\\_FZ](http://www.google.com/url?q=https://repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/57938/9/F12fsa.pdf&sa=U&ved=0ahUKEwixufGz8DI-AhXAILcAHfsdBaYQFggUMAA&usq=AOvVaw0Whn9j23ePwry-LAp_FZ)
- Schindler, D., dan Nelson, E. (2008). *BIM and the Structural Engineering Community*. Structure Magazine.  
<http://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1320&context=gradreports>
- Sedarmayanti. 2001. Produktivitas Kerja Karyawan. Bandung: Mandar Maju.  
<https://media.neliti.com/media/publications/102884-ID-faktor-faktor-yang-mempengaruhi-produkti.pdf>
- Sinungan, Muchdarsyah. (1992): *Produktivitas Apa dan Bagaimana*. Bumi Aksara. Jakarta.  
<http://e-journal.uajy.ac.id/3551/3/2EA16466.pdf>
- Siswanto, (2016): *Perkembangan Pembangunan di Indonesia. Rapat BCI ASIA Briefing*. Jakarta.  
<http://www.constructionplusasia.com/id/bci-asia-breakfast-briefing/>
- Soeharto, Iman. 1997. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Penerbit :Erlangga, Jakarta.  
<http://jurnal.mahasiswa.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-tekniksipil/article/download/24727/22640>
- Susetyo, B dan Sholahudin, M (2018): *Productivity Analysis and Factor Affecting Climbing Tower crane and Tied in Crane on High Rise Building*. Universitas Mercu Buana. Jakarta.  
[http://www.google.com/url?q=https://www.ijirset.com/upload/2018/juni/108\\_PRODUCIVITY.pdf&sa=U&ved=0ahUKEwi3hNm0cDIAhWP7HMBHUaCpwQFggUMAA&usq=AOvVaw0d3MnwRF1GrouGLO-mblS](http://www.google.com/url?q=https://www.ijirset.com/upload/2018/juni/108_PRODUCIVITY.pdf&sa=U&ved=0ahUKEwi3hNm0cDIAhWP7HMBHUaCpwQFggUMAA&usq=AOvVaw0d3MnwRF1GrouGLO-mblS)

Dimas Dikttha Septana 14.B1.0075

Adhil Sonali 14.B1.0102



Tugas Akhir  
*Building Information Modeling* Pada Produktivitas Tower  
*Crane* Dengan Menggunakan *Tekla Structures* (Hotel Quest  
by Aston Semarang)



Dimas Dikttha Septana 14.B1.0075

Adhil Sonali 14.B1.0102

## Matches

Internet matches		90
1	<a href="https://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/57965/BAB%20IV%20HASIL%20DAN%20PEMBAHASAN.pdf?sequenc...">https://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/57965/BAB%20IV%20HASIL%20DAN%20PEMBAHASAN.pdf?sequenc...</a>	1.19%
2	<a href="https://duts.petra.ac.id/index.php/duts/article/download/86/69">https://duts.petra.ac.id/index.php/duts/article/download/86/69</a>	17 Sources 1.06%
3	<a href="https://ladyengineer.wordpress.com/2014/12/24/towercrane">https://ladyengineer.wordpress.com/2014/12/24/towercrane</a>	3 Sources 0.72%
4	<a href="https://docplayer.es/10041039-Eubim-2015-congreso-internacional-bim-encuentro-de-usuarios-bim-editoras-begona-fuentes-g...">https://docplayer.es/10041039-Eubim-2015-congreso-internacional-bim-encuentro-de-usuarios-bim-editoras-begona-fuentes-g...</a>	0.61%
5	<a href="http://aahfoundation.org/wp-content/uploads/2016/02/2013_Report_NandaPati.pdf">http://aahfoundation.org/wp-content/uploads/2016/02/2013_Report_NandaPati.pdf</a>	0.59%
7	<a href="http://jurnal.pnk.ac.id/index.php/jutek/article/download/278/180">http://jurnal.pnk.ac.id/index.php/jutek/article/download/278/180</a>	8 Sources 0.26%
8	<a href="http://www.returnofkings.com/85364/3-reasons-i-will-never-apologize-for-being-white">http://www.returnofkings.com/85364/3-reasons-i-will-never-apologize-for-being-white</a>	0.22%
10	<a href="https://ou.edu/content/dam/studentlife/documents/Campus%20and%20Local%20Ministries.pdf">https://ou.edu/content/dam/studentlife/documents/Campus%20and%20Local%20Ministries.pdf</a>	30 Sources 0.2%
12	<a href="https://sanggapramana.wordpress.com/author/sanggapramana/page/2">https://sanggapramana.wordpress.com/author/sanggapramana/page/2</a>	3 Sources 0.18%
13	<a href="http://eprints.umm.ac.id/41562/3/BAB%20II.pdf">http://eprints.umm.ac.id/41562/3/BAB%20II.pdf</a>	0.18%
14	<a href="https://text-id.123dok.com/document/6qm7rx5q-aplikasi-building-information-modeling-bim-menggunakan-software-tekla-st...">https://text-id.123dok.com/document/6qm7rx5q-aplikasi-building-information-modeling-bim-menggunakan-software-tekla-st...</a>	0.17%
15	<a href="http://predictiva21.com/bim-iso-55000">http://predictiva21.com/bim-iso-55000</a>	0.17%
18	<a href="https://slidelegend.com/literature-searches-and-literature-reviews-for-transportation-59c002551723dd5242be006c.html">https://slidelegend.com/literature-searches-and-literature-reviews-for-transportation-59c002551723dd5242be006c.html</a>	0.14%
22	<a href="http://www.emam.me/wp-content/uploads/2015/05/Ahmed-2014-Barriers-to-BIM-4D-Implementation-in-Qatar.pdf">http://www.emam.me/wp-content/uploads/2015/05/Ahmed-2014-Barriers-to-BIM-4D-Implementation-in-Qatar.pdf</a>	0.11%
23	<a href="https://groups.csail.mit.edu/mac/classes/6.805/student-papers/fall14-papers/Autonomous_Vehicle_Technologies.pdf">https://groups.csail.mit.edu/mac/classes/6.805/student-papers/fall14-papers/Autonomous_Vehicle_Technologies.pdf</a>	4 Sources 0.09%
25	<a href="http://pelayanan.jakarta.go.id/download/regulasi/peraturan-menteri-pekerjaan-umum-nomor-26-prt-m-2008-tentang-p...">http://pelayanan.jakarta.go.id/download/regulasi/peraturan-menteri-pekerjaan-umum-nomor-26-prt-m-2008-tentang-p...</a>	2 Sources 0.09%
26	<a href="https://docplayer.info/49051273-.html">https://docplayer.info/49051273-.html</a>	0.07%
28	<a href="https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/download/410/376">https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/download/410/376</a>	2 Sources 0.07%
34	<a href="https://www.adb.org/sites/default/files/linked-documents/35182-043-sd-04.pdf">https://www.adb.org/sites/default/files/linked-documents/35182-043-sd-04.pdf</a>	0.07%
37	<a href="http://repository.unpar.ac.id/bitstream/handle/123456789/3198/Cover%20-%20Bab1%20-%20204113156sc-p.pdf?sequence=1&amp;i...">http://repository.unpar.ac.id/bitstream/handle/123456789/3198/Cover%20-%20Bab1%20-%20204113156sc-p.pdf?sequence=1&amp;i...</a>	0.07%

38	<a href="https://nurul1991626.blogspot.com/2014/10/isolasi-dan-identifikasi-alkaloid.html">https://nurul1991626.blogspot.com/2014/10/isolasi-dan-identifikasi-alkaloid.html</a>	0.07%
39	<a href="https://www.tutorialspoint.com/electronic_measuring_instruments/electronic_measuring_instruments_errors.htm">https://www.tutorialspoint.com/electronic_measuring_instruments/electronic_measuring_instruments_errors.htm</a>	7 Sources 0.07%
40	<a href="https://engineering.purdue.edu/~ipollak/ece302/SPRING12/notes/25_Quantization_and_Compression.pdf">https://engineering.purdue.edu/~ipollak/ece302/SPRING12/notes/25_Quantization_and_Compression.pdf</a>	0.07%

**Library matches** 142

6	14B10079 14B10105 Nazar Robby.docx	File ID: 13083087	Institution: Soegijapranata Catholic University	27 Sources	0.31%
9	GIZELA HARIANTO-19 NOV	File ID: 3191624	Institution: Soegijapranata Catholic University	27 Sources	0.21%
11	AGUSRIANI-22 JUNI	File ID: 6037581	Institution: Soegijapranata Catholic University	30 Sources	0.2%
16	Avrila Laura k 13.40.0042	File ID: 2996814	Institution: Soegijapranata Catholic University	2 Sources	0.15%
17	14.b1.0085_KP_Rahmat Harta K	File ID: 5892227	Institution: Soegijapranata Catholic University	8 Sources	0.15%
19	14.B1.0008 & 14.B1.0014 Devi & Cindy	File ID: 6369401	Institution: Soegijapranata Catholic University		0.14%
20	14.B1.0002 & 14.B1.0018-Ivan Hidayat -Stefanus Erik S	File ID: 6369714	Institution: Soegijapranata Catholic University		0.13%
21	14.B1.0088 dan 14.B1.0090 Dika Ananditya; Adri Praditya	File ID: 6124991	Institution: Soegijapranata Catholic University		0.12%
24	15.A2.0004 - RONNYTJANDRA REVISI	File ID: 6589897	Institution: Soegijapranata Catholic University	2 Sources	0.09%
27	15.G1.0252-THERESIA JOYCELIN JASMINE (1)	File ID: 7258336	Institution: Soegijapranata Catholic University	11 Sources	0.07%
29	12.60.0275-DeasyShellaMegawati Revisi 1	File ID: 6652254	Institution: Soegijapranata Catholic University	8 Sources	0.07%
30	14.G1.0051 - Eprial Ayu Hartati-29 JAN	File ID: 3955470	Institution: Soegijapranata Catholic University	4 Sources	0.07%
31	Wulantri-28 JUNI	File ID: 6064507	Institution: Soegijapranata Catholic University	4 Sources	0.07%
32	14.D1.0281 Yeremia Marco-20 MARET	File ID: 4609588	Institution: Soegijapranata Catholic University	2 Sources	0.07%
33	14.I1.0086_Raissa Tiffani Harrijanto	File ID: 7113708	Institution: Soegijapranata Catholic University	8 Sources	0.07%
35	DIONEY SAVIERO MOZIE 1 November	File ID: 7416765	Institution: Soegijapranata Catholic University	4 Sources	0.07%
36	Facultyadoption	File ID: 11848767	Institution: Soegijapranata Catholic University		0.07%
41	16.C2.0037 - Laurensius Lungan Rev 1	File ID: 6944744	Institution: Soegijapranata Catholic University		0.07%

## Quotes

Quotes 64

- 1 Bangunan gedung bertingkat merupakan wujud fisik dari pekerjaan konstruksi, sebagian bangunan yang letaknya berada di atas atau di dalam permukaan tanah yang berfungsi sebagai kegiatan manusia untuk melakukan aktivitas (KEPPRES No. 28/2002).
- 7 Menurut Siswanto (2016), menyatakan bahwa perkembangan dunia konstruksi dapat memberikan peluang yang luas untuk proyek konstruksi di tahun 2017.
- 8 Menurut Asiyanto (2008), pembangunan gedung bertingkat tinggi saat ini tidak dapat hanya mengandalkan tenaga manusia saja, melainkan membutuhkan strategi yang dapat menyelesaikan pelaksanaan pembangunan.
- 9 Menurut Rostiyanti (2008), untuk menjalankan fungsi dan cara pengoperasiannya, maka dalam memilih alat berat harus diidentifikasi dengan cermat agar dapat diperkirakan produktivitas kerja alat tersebut.
- 10 Menurut Soeharto (1997), keberhasilan suatu proyek dapat diukur dari dua hal, yaitu keuntungan yang didapat dan ketepatan waktu penyelesaian proyek.
- 11 Menurut Irizarry dan Karan (2012), tower crane dalam sebuah bangunan proyek dianggap sebagai pusat peralatan yang mengangkat material seperti mengangkat besi tulangan, bucket untuk pengecoran, pengangkatan bekisting, baja, scaffolding, atap baja dan peralatan elektrikal.
- 12 Menurut Cheng dan Teizer (2014), menentukan lokasi tower crane merupakan tugas penting bagi perencana tata ruang, optimalisasi tergantung banyaknya faktor seperti batasan lapangan, bentuk dan ukuran bangunan, serta lokasi material yang dibutuhkan untuk diangkut.
- 13 Menurut Rayendra dan Soemardi (2014), keuntungan penggunaan BIM sebagai berikut: a.
- 14 Tugas Akhir Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang) Dimas Dikttha Septana 14.
- 15 Tugas Akhir Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang) Dimas Dikttha Septana 14.
- 16 Produktivitas Menurut Sedarmayanti (2001), produktivitas adalah perbandingan hasil yang dicapai dengan kegiatan sumber daya yang digunakan.
- 17 Menurut Muchdarsyah (1992), produktivitas dapat diartikan sebagai tingkatan efisiensi dalam memproduksi barang atau jasa.
- 18 Menurut Ravianto (2007), pengukuran produktivitas memiliki dua bentuk sebagai berikut: a.
- 19 Menurut Irizarry dan Karan (2012), produktivitas tower crane tergantung pada tiga hal, yaitu tipe tower crane, jumlah tower crane dan lokasi tower crane.
- 20 2.2.1. Tipe tower crane Menurut Rostiyanti (2002), berdasarkan cara berdirinya tower crane dibagi menjadi empat tipe yaitu free standing crane, rail mounted crane, climbing tower crane dan tied in tower crane.
- 21 Climbing tower crane Tugas Akhir Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang) Dimas Dikttha Septana 14.
- 22 Menurut Rostiyanti (2008), bagian-bagian tower crane dijabarkan sebagai berikut: a.
- 23 Tugas Akhir Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang) Dimas Dikttha Septana 14.



24 Waktu tempuh vertical (Tv)  $Tv=Dv Vv$  .

25 Waktu tempuh rotasi (Tr)  $Tr=Dr Vr$  .

26 Waktu tempuh horizontal (Th)  $Th=Dh Vh$  .

27 Menurut Aniendhita (2010), BIM merupakan proses inovasi dan efisien pengembangan informasi bangunan yang menggunakan model bangunan digital dan teknologi informasi.

28 Menurut Hergunsel (2011), penggunaan BIM pada siklus pengembangan gedung diperlihatkan pada Gambar 2.11.

29 2.3.2. Manfaat BIM Menurut CRC Construction Innovation (2007), manfaat utama BIM adalah representasi geometris yang akurat dari setiap detail bagian-bagian bangunan.

30 Tugas Akhir Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang) Dimas Dikttha Septana 14.

31 2.3.4. Penggunaan BIM dalam manajemen konstruksi Menurut Mehmet (2011), BIM memiliki kegunaan yang banyak untuk setiap pekerjaan proyek konstruksi.

32 2.4. Tekla Structures Menurut Saputri (2012), tekla structures merupakan salah satu software BIM berbasis ensiklopedia proyek yang memungkinkan untuk membuat desain gambaran proyek dan mengelola data secara rinci dan akurat, serta dapat membuat dan mengelola struktur 3D dengan memasukan material dan struktur yang kompleks.

33 Menurut Firoz dan Rao (2012), Software Tekla Structures BIM memiliki manfaat yaitu presisi dan detail, hasil output yang sudah otomatis, efisien dan penghematan usaha manajemen.

34 Presisi dan kejelasan detail Menurut Mehmet (2011), BIM dapat memeberikan representasi berupa gambar 3D.

35 Tugas Akhir Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang) Dimas Dikttha Septana 14.

2 Analisis data perhitungan siklus waktu tower crane menggunakan persamaan yang digunakan oleh Sunur dkk (2007) dalam Susetyo dan Sholahudin (2018) .

3 Analisis data jarak tempuh tower crane menggunakan Software Excel dengan persamaan Sunur dkk (2007) dalam Susetyo dan Sholahudin (2018) .

36 Waktu siklus yaitu waktu kerja selama satu hari di lapangan proyek, sedangkan waktu siklus produktiv merupakan jam Tugas Akhir Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang) Dimas Dikttha Septana 14.

37 Tower crane pada Proyek Pembangunan Hotel Tugas Akhir Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang) Dimas Dikttha Septana 14.

38 Tahap selanjutnya, memasukan nama pada kolom label untuk memudahkan dalam membaca koordinatnya dan memnentukan setiap potongan gambar bangunan proyek Tugas Akhir Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang) Dimas Dikttha Septana 14.

39 Software Tekla Structures yang digunakan penulis belum memadai spesifikasi aplikasi, maka penggunaan Tugas Akhir Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang) Dimas Dikttha Septana 14.

40 Tugas Akhir Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang) Dimas Dikttha Septana 14.

- 4 Analisis data perhitungan siklus waktu tower crane dapat diketahui dengan menggunakan persamaan Sunur dkk (2007) dalam Susetyo dan Sholahudin (2018) .
- 5 Analisis data perhitungan siklus waktu tower crane menggunakan persamaan yang digunakan oleh Sunur dkk (2007) dalam Susetyo dan Sholahudin (2018).
- 41 Analisis data jarak tempuh tower crane menggunakan Microsoft Excel dengan persamaan Sunur dkk (2007) dalam Susetyo dan Sholahudin (2018), sebagai berikut: d.
- 42 Jarak tempuh vertikal (Dv) Jarak tempuh vertikal merupakan jarak dari lokasi awal material yang diangkut secara vertikal ke atas.
- 43 Jarak tempuh horizontal (Dh) Jarak tempuh horizontal merupakan jarak dari lokasi awal material yang diangkut menuju lokasi yang dituju secara horizontal.
- 44 Jarak tempuh rotasi ( cosa atau Dr ) Tugas Akhir Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang) Dimas Dikttha Septana 14.
- 45 Waktu tempuh vertikal (Tv) Waktu tempuh vertikal merupakan waktu dari lokasi awal material yang diangkut secara vertikal ke atas.
- 46 Data yang diperoleh dapat dirumuskan sebagai berikut:  $Tv=5$  (40)  $Tv=0,13$  m/detik 2.
- 47 Waktu tempuh rotasi (Tr) Waktu tempuh rotasi merupakan waktu dari lokasi awal material yang diangkut menuju lokasi yang dituju secara horizontal.
- 48 Data yang diperoleh dapat dirumuskan sebagai berikut:  $Tr=0,77$  (45)  $Tr=0,02$ m/detik 3.
- 49 Waktu tempuh horizontal (Th) Waktu tempuh horizontal merupakan waktu dari lokasi awal material yang diangkut menuju lokasi yang dituju secara horizontal.
- 50 Data yang diperoleh dapat dirumuskan sebagai berikut:  $Th=42,84$  (30)  $Th=1,43$ m/detik 4.
- 51 Waktu tempuh dropping (Tv) Waktu tempuh dropping merupakan waktu menurunkan material yang diangkut menuju lokasi yang dituju secara horizontal dari atas ke bawah.
- 52 Data yang diperoleh dapat dirumuskan sebagai berikut:  $Tv=5$  (37)  $Tv=0,14$  m/detik Total waktu = vertikal + rotasi + horizontal + dropping  
Total waktu =  $0,13 + 0,02 + 1,43 + 0,14 = 1,71$  m/detik f.
- 53 Waktu tempuh vertikal (Tv) Waktu tempuh vertikal merupakan waktu dari lokasi pekerjaan material yang diangkut secara vertikal ke atas.
- 54 Data yang diperoleh dapat dirumuskan sebagai berikut:  $Tv=5$  (25)  $Tv=0,20$  m/detik 2.
- 55 Waktu tempuh rotasi (Tr) Tugas Akhir Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang) Dimas Dikttha Septana 14.
- 56 Data yang diperoleh dapat dirumuskan sebagai berikut:  $Tr=0,77$  (30)  $Tr=0,03$ m/detik 3.
- 57 Waktu tempuh horizontal (Th) Waktu tempuh horizontal merupakan waktu dari lokasi pekerjaan material yang diangkut menuju lokasi awal pengangkutan material secara horizontal.
- 58 Data yang diperoleh dapat dirumuskan sebagai berikut:  $Th=42,84$  (20)  $Th=2,14$ m/detik 4.
- 59 Waktu tempuh dropping (Tv) Waktu tempuh dropping merupakan waktu menurunkan material yang diangkut menuju lokasi awal pengangkutan material secara horizontal dari atas ke bawah.

60 Data yang diperoleh dapat dirumuskan sebagai berikut:  $T_v=5$  (20)  $T_v=0,25\text{m/detik}$  Total waktu = vertikal + rotasi + horizontal + dropping  
Total waktu =  $0,20 + 0,03 + 2,14 + 0,25 = 2,62$  m/ detik g.

61 Tugas Akhir Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang) Dimas Dikttha Septana 14.

62 5.6 Schedule Tugas Akhir Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang) Dimas Dikttha Septana 14.

63 Tugas Akhir Building Information Modeling Pada Produktivitas Tower Crane Dengan Menggunakan Tekla Structures (Hotel Quest by Aston Semarang) Dimas Dikttha Septana 14.

6 F. (2008): Alat Berat untuk Proyek Konstruksi (Edisi ke 2).

64 Jakarta. <http://e-journal.uajy.ac.id/3551/3/2EA16466.pdf> Siswanto, (2016): Perkembangan Pembangunan di Indonesia.

