

## **BAB II**

# **LANDASAN TEORI**

### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Beberapa jurnal dan skripsi yang menjadi acuan penelitian antara lain:

1. Widiarso, Anggi. (2010), *Pengaruh Manajemen Material Terhadap Produktivitas Kerja Proyek Konstruksi Gedung Bertingkat pada Pekerjaan Struktur*

Skripsi ini membahas tentang faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi atau rendahnya produktivitas kerja suatu proyek. Produktivitas kerja akan mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek. Terdapat dua faktor yang memberikan kontribusi terhadap kinerja manajemen material, yaitu letak penyimpanan material tidak aman dan jauhnya penyimpanan material dengan lokasi pekerjaan. Permasalahan ini dapat diselesaikan dengan menempatkan material pada tempat yang benar dan menyesuaikannya dengan *schedule*. Dan faktor lainnya yaitu pemahaman karakteristik lokasi pekerjaan seperti lahan yang sempit dan lokasi yang sulit dijangkau. Permasalahan ini dapat ditanggulangi dengan cara mengidentifikasi masalah tersebut dan membuat perencanaan yang tepat sesuai dengan lokasi proyek.

2. Prayoga, Reza Fajar. (2011), *Analisa Faktor-Faktor Dalam Manajemen Material Yang Mempengaruhi Kinerja Waktu Pelaksanaan Proyek Pada Konstruksi Jembatan Flyover (Study Kasus: Flyover Kalibata)*

Skripsi ini membahas tentang proses pengadaan dan pengendalian material yang pada proyek jembatan *flyover* Kalibata. Dari skripsi ini didapat faktor-faktor yang mempengaruhi manajemen material dengan strategi penanggulangnya. Terdapat satu faktor yang paling dominan yang memberikan kontribusi terhadap kinerja waktu pelaksanaan proyek yaitu pemilihan material beton precast.

3. Hartono,Paulus Eric.;Noviyanti.;Alifien,Ratna S.(2013), *Program Perhitungan Efektifitas Waktu dan Biaya Pemakaian Tower Crane*

Jurnal ini membahas tentang program yang digunakan untuk mengolah data yang digunakan untuk menghitung efektifitas tower crane. Selain efektifitas tower crane, *output* dari program ini adalah waktu siklus,waktu total dan biaya operasional tower crane. Efektifitas penggunaan tower crane dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kondisi alat, kondisi lapangan, manajemen proyek, kemampuan operator,faktor operasi mesin dan faktor efisiensi waktu operasi.

4. Ridha, Muhammad.(2011),*Perbandingan Biaya dan Waktu Pemakaian Alat Berat Tower Crane dan Mobile Crane Pada Proyek Rumah Sakit Haji Surabaya*

Tugas akhir ini membahas perbandingan antara biaya dan waktu pelaksanaan tower crane+*concrete pump* dan *mobile crane+concrete pump*. Dari hasil perhitungan didapat bahwa waktu pelaksanaan tower crane, yaitu 533,84 jam dengan biaya pemakaian sebesar Rp. 739.810.713,00 dan *mobile crane*, yaitu 695,19 jam dengan biaya pemakasian sebesar Rp. 524.097.713,00. Dari segi waktu pelaksanaan lebih efektif memakai tower crane tetapi dari segi biaya lebih murah *mobile crane*.

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Proyek Konstruksi**

Proyek adalah suatu aktifitas yang bertujuan untuk mewujudkan sebuah ide atau gagasan yang menjadi suatu kenyataan fisik. Bias dikatakan bahwa proyek adalah proses untuk mewujudkan sesuatu yang tidak ada menjadi ada dengan biaya tertentu dan dalam batas waktu tertentu (Nugraha dkk,1985(Ridha, 2011))

Keuntungan alat berat untuk proyek konstruksi

Proyek konstruksi mempunyai batasan waktu yang harus dipenuhi. Oleh karena itu proyek konstruksi memerlukan alat berat untuk membantu pelaksanaan.

Beberapa keuntungan menggunakan alat berat dalam proyek konstruksi(Wilopo,2009):

1. Waktu pengerjaan lebih cepat  
Mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan yang sedang dikejar targetnya
2. Tenaga besar  
Melaksanakan jenis pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan oleh tenaga manusia.
3. Ekonomis  
Karena alasan efisiensi,keterbatasan tenaga kerja,keamanan dan faktor-faktor ekonomis lainnya
4. Mutu hasil kerja yang lebih baik  
Dengan memakai perlatan berat, mutu hasil kerja menjadi lebih baik.

#### 2.2.2 Manajemen Material

Manajemen material didefinisikan sebagai suatu pendekatan organisasional untuk menyelesaikan permasalahan material yang memerlukan kombinasi kemampuan manajerial dan teknis. Manajemen material merupakan sistem manajemen untuk merencanakan dan mengendalikan sumber daya material dengan tujuan mendapatkan harga atau biaya yang minimum, dilakukan pada waktu dan tempat yang tepat serta mampu memenuhi kualitas yang ditentukan (Widiarso,2010). Dalam proyek konstruksi material merupakan komponen biaya terbesar, oleh karena itu dibutuhkan suatu manajemen material untuk mengendalikan arus material proyek agar tidak terjadi kerugian. Manajemen material diterapkan sejak perencanaan pengadaan material. Adanya hubungan antara jadwal material dengan jadwal aktivitas proyek agar menjadi lebih kompleks ( Prayoga,2011), Manajemen material dibagi dalam 3 kelompok (Humpreys,1991(Widiarso,2010):

1. Pengadaan
2. Pengendalian
3. Koordinasi material

### 2.2.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Manajemen Material :

#### 1. Perkiraan Pemakaian

Sebelum pembelian material dilaksanakan perencanaan termasuk perkiraan material yang digunakan termasuk penyimpanan serta pemesanan dalam pelaksanaan proyek konstruksi sesuai sasaran jadwal waktu dan jenis pekerjaan yang berlaku. Pada dasarnya material yang dibutuhkan dapat dipenuhi sesuai dengan waktu yang dibutuhkan (Widiarso, 2010).

#### 2. Penentuan Pembelanjaan

Besarnya persediaan material sangat tergantung dari penentuan besarnya pebelanjaan yang ditentukan *schedule* persediaan material.

#### 3. Lead Time / Waktu tunggu

Waktu pengisian merupakan waktu yang diperlukan antara saat pemesanan material dengan datangnya material tertentu agar dapat meminimalisasi *cost opportunity loss*.

#### 4. Pemakaian Material Sebenarnya

Informasi karakteristik hasil pemakaian material yang serupa dari periode dapat merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan.

#### 5. Kondisi Pergudangan

Luas akses dan kondisi gedung perlu direncanakan agar mudah untuk melakukan penerimaan, penyimpanan, distribusi serta administrasi manajemen material secara efektif dan optimum.

### 2.2.4 Tower Crane

Tower crane adalah alat yang dipakai untuk mengangkat material dengan cara vertikal serta horizontal kesuatu tempat yang tinggi pada ruangan gerak yang terbatas (Susy Fatena, 2008). Type crane ini dibagi berdasar pada langkah crane itu berdiri yakni crane yang bisa berdiri bebas (*free standing crane*), crane di atas rel (*rail mounted crane*), crane yang ditambatkan pada bangunan (*tied-in tower crane*) serta crane panjat (*climbing crane*).

## 1. Mekanisme kerja tower crane (Ridha,2011):

### 1. Mekanisme angkat

Mekanisme ini digunakan untuk mengangkat beban. Gerakan ini adalah gerakan naik/turun beban yang telah dipasang pada kait diangkat atau diturunkan dengan menggunakan *hook.*, dalam hal ini putaran *hook* disesuaikan dengan *hook* yang sudah direncanakan. *Hook* digerakan oleh motor listrik dan gerakan *hook* dihentikan dengan rem sehingga beban tidak akan naik atau turun setelah posisi yang ditentukan sesuai dengan yang direncanakan

### 2. Mekanisme putar

Mekanisme ini digunakan untuk memutar *jib* dan *counter jib* sehingga dapat mencapai radius yang diinginkan

### 3. Mekanisme jalan *trolley*

Mekanisme ini digunakan untuk menjalankan *trolley* maju dan mundur sepanjang *jib*

### 4. Mekanisme jalan

Mekanisme ini digunakan untuk menjalankan *bogie* (kereta) untuk *travelling tower crane*

## 2. Kriteria penentuan Tower Crane

Dalam hal pemilihan kapasitas crane hal-hal yang perlu diperhatikan adalah(Fatena,2008):

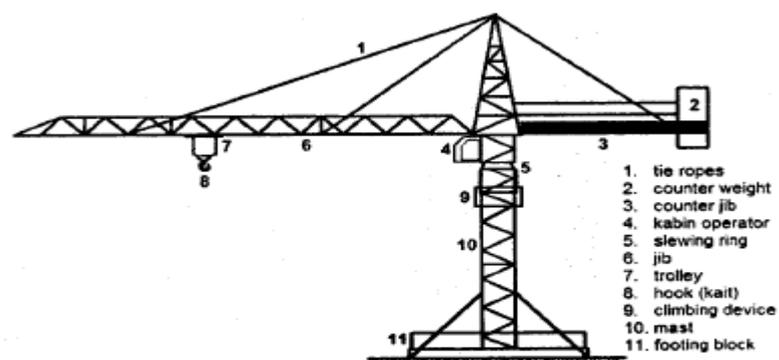
- a. Berat,dimensi dan daya jangkau beban terberat
- b. Ketinggian maksimum alat
- c. Perakitan alat di proyek
- d. Berat alat yang harus ditahan oleh strukturnya
- e. Ruang yang tersedia untuk alat
- f. Luas area yang harus dijangkau alat
- g. Kecepatan alat untuk memindahkan material

## 3. Bagian-bagian tower crane

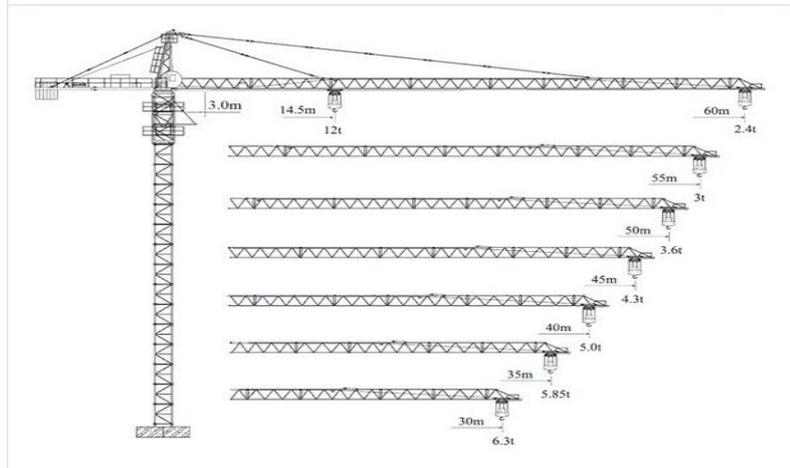
### 1. *Tie ropes*

Kawat yang berfungsi untuk menahan *jib* supaya tetap dalam kondisi lurus 90° terhadap tiang utama

2. *Counter weight*  
Penyeimbang beban
3. *Counter jib*  
Tiang penyeimbang
4. Kabin operator  
Tempat mengoperasikan tower crane
5. *Slewing ring*  
Berfungsi untuk memutar *jib*
6. *Jib*  
Tiang horiontal yang panjangnya ditentukan berdasarkan jangkauan yang diinginkan
7. *Trolley*  
Alat yang bergerak sepanjang *jib* yang digunakan untuk memindahkan material secara horisontal. Pada *trolley* dipasangkan *hook* atau kait
8. *Hook*  
Berfungsi untuk mengangkat material secara vertikal
9. *Climbing device*  
Alat untuk menambah ketinggian tower crane
10. *Mast*  
Tiang vertikal yang berdiri diatas dasar tower crane
11. *Footing block*  
Dasar tempat berdiri dan menyangga tower crane



gambar 2.1 bagian tower crane(Susy Fatena,2008)



Gambar 2.2 Berat maksimal tower crane

Sumber: [www.made-in-china.com](http://www.made-in-china.com)

### 2.2.5 Waktu Tempuh Tower Crane

Menurut Hartono (2013), waktu tempuh dan waktu siklus tower crane dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini:

#### 1. Perhitungan Waktu Tempuh Horizontal

Dalam perhitungan waktu tempuh horizontal membutuhkan perhitungan jarak tempuh horizontal dan perhitungan kecepatan horizontal (*trolley*).

Perhitungan Jarak tempuh horizontal :

#### 1. Perhitungan jarak tower crane dengan sumber bahan

- Koordinat tower crane ( $X_{TC}, Y_{TC}$ ) pada proses perhitungan adalah titik pusat (0,0)
- Koordinat tower crane ke sumber bahan ( $X_{SB}, Y_{SB}$ )
- $Z1$  = Jarak tower crane dengan sumber bahan

Rumus perhitungan jarak tower crane ke sumber bahan :

$$Z1 = [ (Y_{TC} - Y_{SB})^2 + (X_{SB} - X_{TC})^2 ]^{1/2} \quad (2.1)$$

#### 2. Perhitungan jarak tower crane dengan lokasi tujuan

- Koordinat tower crane ( $X_{TC}, Y_{TC}$ ) pada proses perhitungan adalah titik pusat (0,0)
- Koordinat tower crane ke lokasi tujuan ( $X_{TJ}, Y_{TJ}$ )
- $Z2$  = Jarak tower crane dengan lokasi tujuan

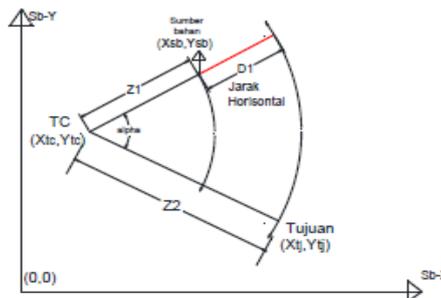
Rumus perhitungan Jarak tower crane ke lokasi tujuan:

$$Z2 = [ (Y_{TC} - Y_{TJ})^2 + ( X_{TJ} - X_{TC})^2 ]^{1/2} \quad (2.2)$$

Untuk mencari koordinat yang digunakan dalam perhitungan dapat menggunakan aplikasi autoCAD.

### 3. Perhitungan jarak tempuh horizontal

$$D1 = |Z2 - Z1| \quad (2.3)$$



Gambar 2.3 jarak tempuh horizontal tower crane

### 4. Perhitungan kecepatan horisontal (Trolley)

Kecepatan horisontal tower crane:

Kec *trolley* max

$$= \frac{(\text{kec trolley max} - \text{kecepatan trolley min})}{(\text{kapasitas maximum beban TC} - 0)} \times \text{berat yang diangkat TC} \quad (2.4)$$

$$\text{Perhitungan berat material yang diangkat TC} = \text{volume} \times \text{berat jenis} \quad (2.5)$$

\*TC=tower crane

### 5. Perhitungan waktu tempuh horizontal

$$\text{waktu tempuh horisontal angkat} = \frac{\text{jarak horisontal}}{\text{kec.trolley yang digunakan}} \quad (2.6)$$

$$\text{waktu tempuh horisontal kembali} = \frac{\text{jarak horisontal}}{\text{kecepatan trolley tercepat}} \quad (2.7)$$

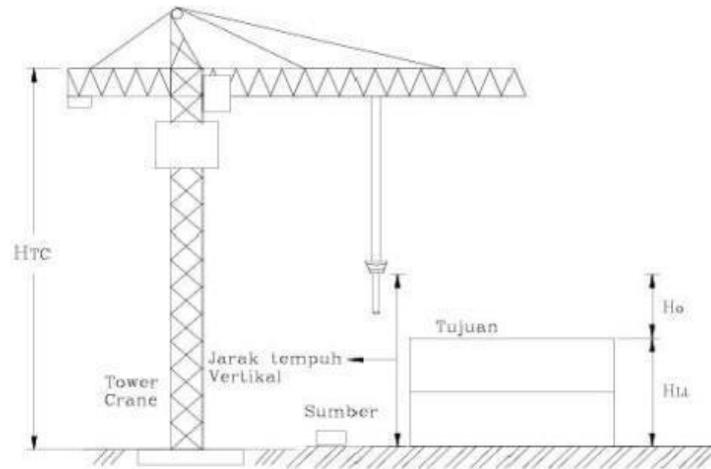
## 2. Perhitungan waktu tempuh vertikal

### 1. Perhitungan jarak tempuh vertikal

Jarak tempuh vertikal adalah jarak total yang ditempuh hoist secara vertikal. Dalam proses perhitungan jarak tempuh vertikal dibutuhkan :

- Elevasi Gedung 0,0
- Elevasi Sumber Bahan (H<sub>SB</sub>)

- Elevasi Lantai tujuan ( $H_{LT}$ )
- Tinggi Penambahan( $H_0$ )



Gambar 2.4 jarak tempuh vertikal tower crane

$$\text{Jarak tempuh vertikal} = H_{LT} - H_{HT} + H_0 \quad (2.8)$$

## 2. Perhitungan kecepatan vertical (Hoist)

### 1. Kecepatan vertical tower crane:

$$\text{Kecepatan hoist max} = \frac{(\text{kecepatan hoist max} - \text{kec. hoist})}{(\text{kapasitas maximum beban TC} - 0)} \times \text{berat yang diangkat TC} \quad (2.9)$$

Keterangan:

- Perhitungan berat material yang diangkat tower crane = perhitungan berat material yang diangkat tower crane pada waktu tempuh horizontal.
- TC= tower crane

### 2. Perhitungan waktu tempuh vertical (*hoist*)

$$\text{waktu tempuh vertikal angkat} = \frac{\text{jarak tempuh vertikal}}{\text{kec. hoist yang digunakan}} \quad (2.10)$$

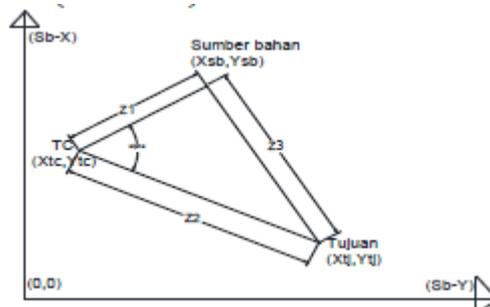
$$\text{waktu tempuh vertikal kembali} = \frac{\text{jarak tempuh vertikal}}{\text{kecepatan hoist tercepat}} \quad (2.11)$$

## 3. Perhitungan waktu tempuh rotasi (swing)

### 1. Perhitungan jarak tempuh rotasi

Jarak tempuh rotasi berupa sudut rotasi yang terbentuk antara sumber bahan dengan lokasi tujuan

$$\text{Sudut tempuh rotasi} = \cos \alpha = \frac{Z_1^2 + Z_2^2 - Z_3^2}{(2Z_1Z_2)} \quad (2.12)$$



Gambar 2.5 jarak tempuh rotasi tower crane

## 2. Perhitungan kecepatan rotasi (*swing*)

Kecepatan rotasi tower crane:

$$\text{kec. swing max} = \frac{\text{kec swing max} - \text{kec swing min}}{\text{kapasitas maksimum beban TC} - 0} \times \text{berat yang diangkat TC} \quad (2.13)$$

Keterangan:

- perhitungan berat material yang diangkat tower crane = perhitungan berat material yang diangkat tower crane pada waktu tempuh horizontal
- TC = tower crane

## 3. Perhitungan waktu tempuh rotasi (*swing*)

$$\text{waktu tempuh rotasi angkat} = \frac{\text{jarak rotasi}}{\text{kecepatan swing yang digunakan}} \quad (2.14)$$

$$\text{waktu tempuh rotasi kembali} = \frac{\text{jarak rotasi}}{\text{kecepatan swing tercepat}} \quad (2.15)$$

### 2.2.6. Perhitungan waktu siklus tower crane (Hartono, 2013)

Perhitungan waktu siklus adalah waktu yang dibutuhkan tower crane untuk bergerak satu putaran, yang terdiri dari waktu tetap dan waktu variabel.

Waktu siklus tower crane = waktu ikat + waktu angkat + waktu bongkar + waktu kembali  
 = waktu ikat + (waktu angkat vertikal + waktu angkat rotasi + waktu angkat horizontal + waktu turun vertikal) + waktu bongkar + (waktu angkat

vertikal+waktu kembali horizontal+waktu kembali rotasi+waktu turun vertikal)

### 2.2.7 Perhitungan Efisiensi Tower Crane (Pratama,2014)

$$E = \frac{CT}{CT+WT} \times 100\% \quad (2.16)$$

Dimana:

E= Efisiensi Kerja

CT=Cycle time

WT=Waktu tunda

Perhitungan Per Satuan Waktu (Rochmandi, 1984):

$$Q = q \times N \times \text{Efisiensi kerja} \quad (2.17)$$

Dimana: Q= produksi per satuan waktu

q= kapasitas produksi peralatan per satuan waktu

$$N = \frac{T}{w.s} \quad (\text{jumlah trip per satuan waktu})$$

T=satuan waktu ( jam,menit,detik)

w.s= waktu siklus

Efisiensi kerja dapat dilihat berdasarkan tabel dibawah ini:

#### 1. Faktor kondisi kerja dan manajemen tata laksana

Tabel 2.1 Faktor kondisi kerja dan manajemen tata laksana

Kondisi pekerjaan	Kondisi tata laksana			
	Baik sekali	Baik	Sedang	Jelek
Baik sekali	0,84	0,81	0,76	0,70
Baik	0,75	0,75	0,71	0,65
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60
Jelek	0,68	0,61	0,57	0,52

Sumber: Rochmanhadi, 1984

## 2. Faktor waktu kerja efektif

Tabel 2.2 Faktor kerja efektif

Kondisi	Waktu Kerja Efektif	Efisiensi Kerja
Baik sekali	55 menit/jam	0,92
Baik	50 menit/jam	0,83
Sedang	45 menit/jam	0,75
Jelek	40 menit/jam	0,67

*Sumber: Rochmanhadi, 1984*

## 3. Faktor keadaan cuaca

Tabel 2.3 Faktor keadaan cuaca

Keadaan cuaca	Efisiensi kerja
Cerah	1,0
Cuaca debu/mendung/gerimis	0,8

*Sumber: Rochmanhadi, 1984*

## 4. Faktor Keterampilan dan Crew

Tabel 2.4 Faktor Keterampilan dan Crew

Keterampilan operator dan crew	Efisiensi kerja
Sempurna	1,0
Rata-rata	0,75
Kurang	0,60

*Sumber: Rochmanhadi, 1984*

### Produktivitas tower crane

Secara umum produktivitas dapat diartikan sebagai perhitungan dari efisiensi dalam penggunaan sumber daya (Widiarso, 2011). Pada proyek konstruksi, produktivitas adalah hasil kerja dari sebuah alat per satuan waktu

Satuan produktivitas tower crane tergantung pada pekerjaan yang dilakukan. Produktivitas tower crane sangat dipengaruhi oleh waktu siklus. Waktu siklus adalah waktu yang diperlukan tower crane untuk melakukan satu kali putaran yang terdiri dari gerakan vertikal (hoist), horizontal (trolley), dan berputar (swing). Ketiga gerakan utama ini terdiri dari enam tahapan pekerjaan yaitu mengikat material, mengangkat,

memutar, menurunkan dan melepas material sampai kembali lagi menuju lokasi persediaan material (Varma,1979 (Barus,2010)). Waktu siklus meliputi waktu tetap (*fix time*) dan waktu variabel (*variable time*). Waktu tetap meliputi waktu mengikat dan waktu melepas material yang tergantung pada material yang diangkat, untuk setiap pekerjaan memiliki waktu tetap yang berbeda. Waktu variabel tergantung pada jarak tempuh tower crane yaitu waktu tempuh vertikal tergantung tinggi angkat, waktu tempuh rotasi tergantung pada sudut putar, dan waktu horizontal tergantung pada jarak titik tujuan dari sumber material. (Barus, 2010)

Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tower crane.

Beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas tower crane ( Peurifoy, 1997(Barus, 2010)):

1. Kondisi Lapangan

Kondisi lapangan suatu proyek sangat mempengaruhi produktivitas alat tower crane. Kondisi lapangan yang penuh dengan hambatan akan menyebabkan produktivitas tower crane menurun.

Faktor kondisi lapangan ini antara lain:

- a. Kondisi lokasi sekitar proyek, misalnya ada sumber tegangan tinggi atau bangunan tinggi disekitar proyek dapat membatasi ruang gerak dari tower crane yang dapat menyebabkan produktivitas menurun.
- b. Kondisi cuaca, seperti ketika hujan membatasi penglihatan operator akan terganggu sehingga operator cenderung untuk berhati-hati dalam pengoperasian tower crane. Angin juga sangat berpengaruh pada aktifitas tower crane apabila kecepatan angin tinggi dan hujan deras maka tower crane harus berhenti beroperasi. Hal ini mencegah untuk terjadinya kecelakaan kerja seperti kejatuhan material atau petir yang menyambar tower crane ketika mengangkat besi
- c. Jenis material yang diangkat, material yang memiliki ukuran panjang dan besar akan memperlambat kecepatan tower crane.

## 2. Faktor manajemen

Kondisi manajemen yang baik dan teratur akan semakin meningkatkan produktifitas tower crane, sebaliknya kondisi manajemen yang buruk akan menurunkan produktifitas tower crane.

Faktor manajemen yang berhubungan penelitian ini adalah:

### a. Tata letak tower crane

Secara umum, penentuan letak tower crane adalah untuk mendapatkan susunan yang paling efektif. Penyusunan letak tower crane yang baik akan memperlihatkan suatu penyusunan daerah kerja dan peralatan yang paling ekonomis. Tower crane harus dapat menjangkau areal bangunan yang dikerjakan

### b. Penempatan material

Akses menuju material diusahakan mudah terjangkau oleh tower crane

### c. Rencana kerja

Adanya komunikasi yang jelas antara operator tower crane dengan perencana schedule proyek di lapangan yang membantu pemasangan dan pembongkaran material.