

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pendahuluan

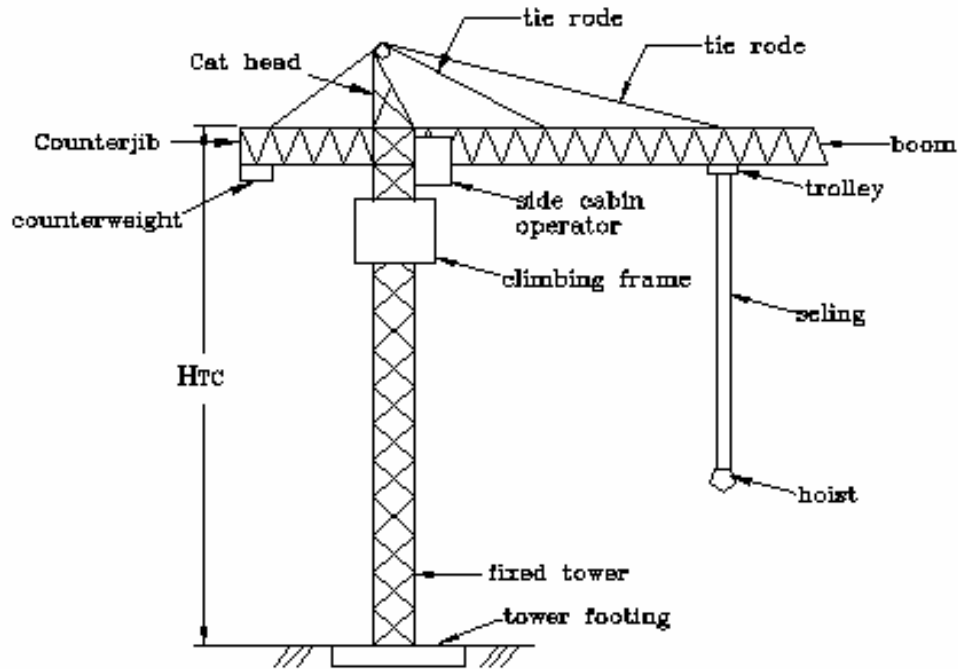
Sebelum adanya teknologi yang canggih, pada proyek konstruksi biasanya menggunakan tenaga manusia untuk memindahkan material. Hal ini sangat tidak efektif karena kapasitas angkut manusia yang terbatas, sehingga mempengaruhi kelancaran proyek. Seiring dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat, penggunaan mesin-mesin pada proyek konstruksi semakin banyak. Salah satu teknologi itu adalah TC, alat ini digunakan sebagai alat material baik secara vertikal maupun horisontal. Ketinggian TC dapat disesuaikan dengan ketinggian bangunan serta memiliki jarak jangkauan yang luas. Karena itu TC dapat menjangkau lokasi-lokasi yang berada di ketinggian atau kejauhan tertentu. Namun biaya pengoperasian TC ini cukup mahal sehingga pemakaiannya perlu direncanakan dengan cermat agar tidak terjadi pemborosan biaya pada pemakaian TC.

2.2. Bagian-bagian TC

Jenis TC bermacam-macam dengan ukuran ditentukan oleh panjang *jib* atau *boom*. TC memiliki beberapa bagian utama yaitu *jib* atau *boom*, *hoist*, *trolley*, dan *seling* (Gambar 2.1):

- *Jib* atau *boom* merupakan lengan TC yang terdiri dari elemen-elemen besi yang tersusun dalam sistem rangka batang. Panjang *jib* menentukan maksimum panjang jangkauan horizontal TC dan kapasitas beban maksimum tergantung pada jenis TC yang digunakan.
- *Counter jib* berfungsi sebagai *jib* penyeimbang terhadap *boom* yang terpasang. *Counter jib* dilengkapi dengan *counterweight* yang berfungsi sebagai beban yang melawan beban yang diangkat oleh TC.
- *Hoist* merupakan bagian TC yang berfungsi sebagai alat angkat vertikal.
- *Trolley* merupakan bagian TC yang berfungsi sebagai alat angkat horisontal.

- *Seling* merupakan bagian TC berupa kabel baja dan merupakan bagian dari *hoist*.



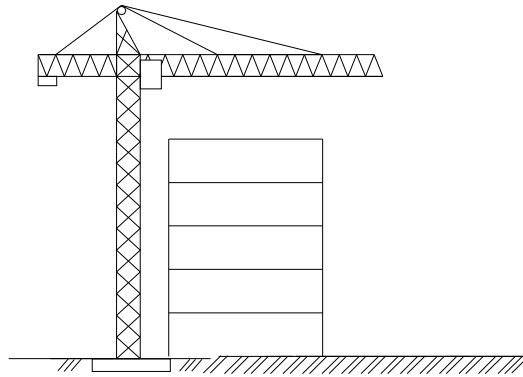
Gambar 2.1. Bagian-bagian TC

2.3. Jenis- jenis TC

Jenis TC yang sering digunakan adalah *free-standing tower crane* dan *tied-in tower crane* (Gray dan Little, 1985).

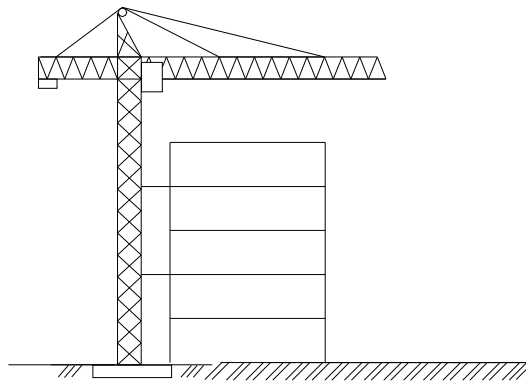
- *Free-standing tower crane*

TC ini tidak diikatkan pada struktur bangunan dan letaknya berada pada luar bangunan (Gambar 2.2). Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan *mobile crane* untuk membantu dalam pemasangan dan pembongkaran TC, waktu ideal yang diperlukan untuk pemasangan dan pembongkaran masing-masing 2 hari. Badan TC berdiri dan diangker di atas pondasi yang telah dihitung oleh *engineer*, pondasi dibuat dengan memperhitungkan beban yang bekerja seperti beban muatan, berat sendiri, dan beban angin sehingga bahaya guling akibat beban-beban tersebut dapat dihindari. Ketinggian TC ini dibatasi hingga 100 meter di atas permukaan tanah.



Gambar 2.2. *Free-standing tower crane*

- *Tied-in tower crane*
 Bila ketinggian TC lebih dari 100 meter, maka badan TC harus diikat pada titik ketinggian tertentu ke struktur bangunan. Pengikatan menggunakan besi baja yang berfungsi untuk mengurangi panjang tekuk badan TC akibat beban angin.



Gambar 2.3. *Tied-in tower crane*

2.4. Pemilihan TC

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan TC antara lain:

- Spesifikasi alat: berisi data-data spesifikasi alat yang dikeluarkan oleh pabrik yang memproduksi alat TC tersebut seperti ketinggian TC, dan letak beban maksimum pada jangkauan *jib*.

- Kondisi proyek: merupakan gambaran umum dari proyek yang dikerjakan seperti luas area proyek, ketinggian bangunan, luas bangunan dan karakteristik material yang angkat diangkut oleh TC.

2.5. Penggunaan TC

TC dapat mengangkat berbagai jenis material, namun ada batasan beban maximum. Batasan dalam pengangkutan beban ini tergantung pada jenis dan tipe TC yang digunakan.

TC pada proyek konstruksi bangunan bertingkat digunakan untuk memindahkan material, material yang akan dipindahkan oleh TC telah disiapkan pada tempat-tempat tertentu (*workshop*) dan akan dipindahkan oleh TC sesuai dengan jadwal kerja TC yang telah dibuat oleh *project manager*. Material yang dipindahkan antara lain *scaffolding*, *multiplex*, besi beton, dinding *precast*. TC juga digunakan untuk pengecoran kolom, *core wall* dan *shear wall*. Campuran beton dari *truck mixer* dituangkan kedalam bucket, kemudian bucket tersebut diangkut oleh TC ketempat tujuan pengecoran. Bagian dasar bucket dilengkapi dengan katup dan saluran untuk mengalirkan campuran beton ke dalam bekisting.

2.6. Produktivitas Tower Crane

Secara umum produktivitas adalah produksi/hasil kerja (*output*) dibagi dengan satuan kerja sumber daya manusia/alat (*input*)

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{output}}{\text{input}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Pada proyek konstruksi produktivitas alat adalah hasil kerja dari sebuah alat per satuan waktu.

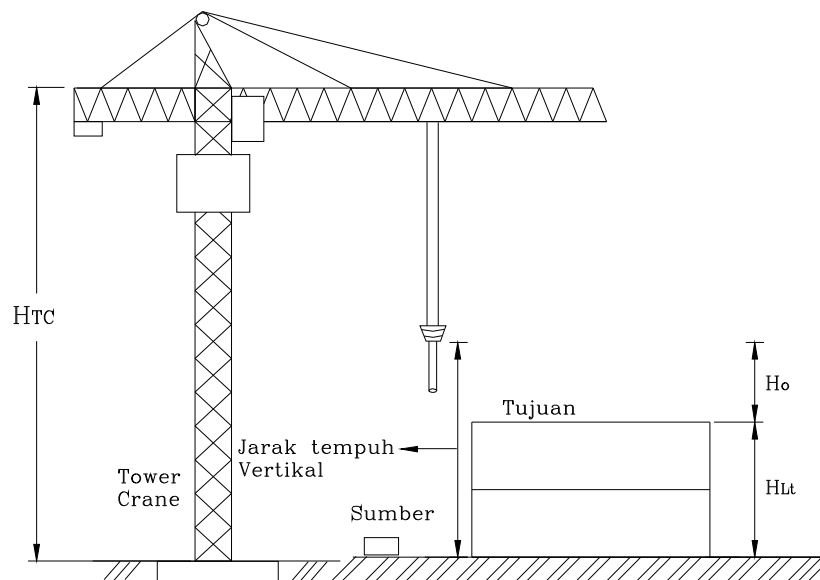
Satuan produktivitas TC tergantung pada pekerjaan yang dilakukan. Produktivitas TC sangat dipengaruhi oleh waktu siklus. Waktu siklus adalah waktu tempuh yang diperlukan TC untuk melakukan satu kali putaran yang terdiri dari gerakan vertikal (*hoist*), horisontal (*trolley*), dan berputar (*swing*), dimana ketiga gerakan utama ini terdiri dari enam tahap pekerjaan yaitu: mengikat material, mengangkat, memutar, menurunkan dan melepas material sampai kembali lagi menuju lokasi persediaan material (Varma, 1979). Waktu siklus

meliputi waktu tetap (*fixed time*) dan waktu variabel (*variable time*). Waktu tetap meliputi waktu mengikat dan melepas material yang tergantung pada jenis material yang diangkat, untuk setiap pekerjaan memiliki waktu tetap yang berbeda misalnya: waktu untuk mengikat tulangan berbeda dengan waktu untuk mengikat bekisting. Waktu variabel tergantung pada jarak tempuh TC yaitu waktu tempuh vertikal tergantung tinggi angkat, waktu tempuh rotasi tergantung sudut putar, dan waktu tempuh horizontal tergantung pada jarak titik tujuan dari sumber material.

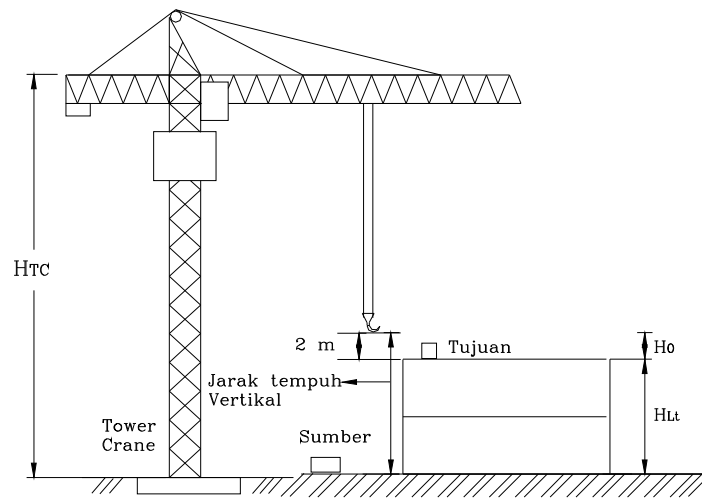
2.6.1. Jarak Tempuh

- Jarak Tempuh Vertikal (D_v)

Jarak tempuh vertikal TC adalah jarak total yang ditempuh oleh *hoist* secara vertikal. Jarak tempuh vertikal meliputi jarak tempuh vertikal angkat (T_{va}) dan jarak tempuh vertikal kembali (T_{vk}). Jarak tempuh vertikal untuk pengecoran, tulangan rakitan dan bekisting (Gambar 2.4) berbeda dengan jarak tempuh vertikal untuk pengangkatan material (Gambar 2.5).



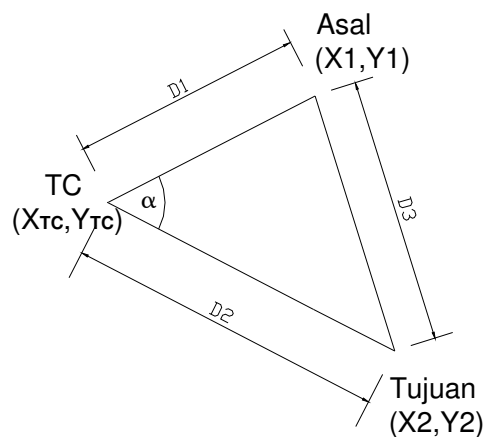
Gambar 2.4. Jarak Tempuh Vertikal



Gambar 2.5. Jarak Tempuh Vertikal untuk pengangkatan material

- Jarak Tempuh Rotasi

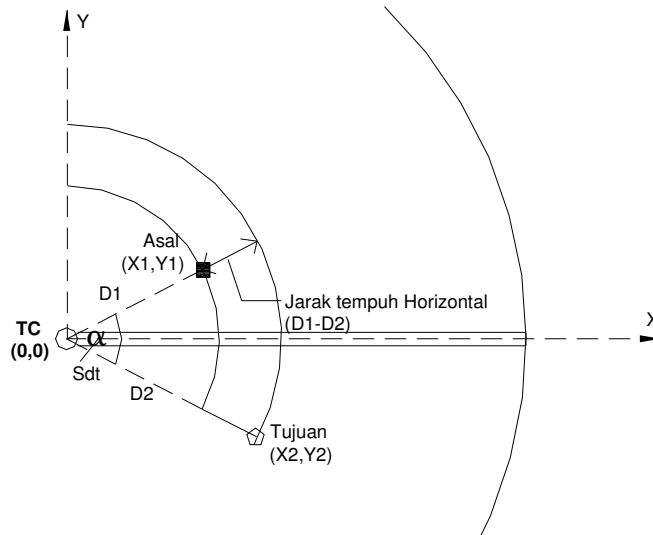
Jarak tempuh rotasi berupa sudut rotasi. Sudut rotasi adalah sudut yang terbentuk antara Sumber-TC-Tujuan (Gambar 2.6). jarak tempuh rotasi meliputi jarak tempuh rotasi angkat ketempat tujuan material (T_{ra}) dan jarak tempuh rotasi kembali ke sumber material (T_{rk}).



Gambar 2.6. Sudut Rotasi

- Jarak Tempuh Horizontal

Jarak tempuh horizontal TC adalah jarak total yang ditempuh oleh *trolley* secara horizontal (Gambar 2.9). Jarak tempuh horizontal meliputi jarak tempuh horizontal angkat (Th_a) dan jarak tempuh horizontal kembali (Th_k).



Gambar 2.7. Jarak Tempuh Horizontal

2.6.2 Produktivitas TC pada pekerjaan pemindahan material.

Material yang diangkut seperti *scaffolding*, *multiplex*, besi beton, beton *precast*. Data-data yang diperlukan untuk menentukan produktivitas TC pada pemindahan material:

- Berat material yang dipindahkan.
- Waktu siklus untuk pemindahan material.

$$P_{mat} = n \times Q \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana:

P_{mat} = Produktivitas pekerjaan pemindahan material (kg/m^3)

Q = Berat material yang dipindahkan (kg)

2.6.3 Produktivitas TC pada pekerjaan pengecoran.

Pekerjaan pengecoran meliputi pengecoran kolom, *shearwall*, *corewall*.

Data-data yang diperlukan untuk menentukan produktivitas TC pada pengecoran:

- Volume buket beton.
- Waktu siklus untuk pengecoran pada koordinat tertentu.

$$P_{\text{cor}} = n \times Q \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana:

P_{cor} = Produktivitas pekerjaan pengecoran (m^3/jam)

Q = Volume buket beton (m^3)

n = Jumlah siklus per jam pada koordinat tertentu

2.7. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas TC.

Produktivitas alat TC dipengaruhi oleh kondisi alat, kondisi lapangan, manajemen proyek dan kemampuan operator (Peurifoy, 1997)

2.7.1 Kondisi Alat

Umur ekonomis alat sangat mempengaruhi produktivitas dari TC. Alat TC yang telah melebihi umur ekonomisnya pada umumnya produktivitasnya lebih rendah jika dibandingkan dengan Alat TC yang belum melebihi umur ekonomisnya. Untuk menjaga agar Alat TC tetap dalam kondisi yang baik maka perlu dilakukan pemeriksaan secara periodik yaitu sebulan sekali.

2.7.2 Kondisi Lapangan

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

Faktor kondisi lapangan ini antara lain:

- Kondisi lokasi sekitar proyek, misalnya dengan adanya sumber tegangan tinggi atau bangunan tinggi di sekitar proyek dapat membatasi ruang gerak dari TC yang dapat menyebabkan produktivitasnya menurun.
- Kondisi cuaca, seperti ketika hujan penglihatan operator akan terganggu sehingga operator cenderung untuk berhati-hati dalam pengoperasian TC,

angin juga sangat berpengaruh pada aktivitas TC apabila kecepatan anginnya tinggi dan hujan deras maka TC harus berhenti beroperasi hal ini untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja akibat TC seperti Alat TC terguling ataupun kejatuhan material.

- Jenis material yang diangkat. Material yang memiliki ukuran yang panjang dan besar akan memperlambat kecepatan dari TC.

2.7.3 Faktor Manajemen

Menurut Peurifoy, (1997) , kondisi manajemen yang baik dan teratur akan semakin meningkatkan produktivitas TC, sebaliknya kondisi manajemen yang buruk akan menurunkan produktivitas TC.

Faktor manajemen meliputi:

- Pemeliharaan alat (*maintenance*)
Untuk mengontrol dan menjaga kondisi alat TC perlu dilakukan pemeriksaan secara periodik oleh teknisi. Hal-hal yang harus diperiksa pada alat TC adalah minyak pelumas pada mesin TC, jika kurang harus segera ditambahkan, debu-debu yang menempel pada mekanisme pengereman harus dibersihkan, kabel-kabel elektrik, jika rusak segera diganti.
- Tata Letak TC
Secara umum tujuan utama dari penentuan tata letak TC adalah untuk mendapatkan susunan yang paling efektif. Penyusunan tata letak TC yang baik akan memperlihatkan suatu penyusunan daerah kerja dan peralatan (*site layout*) yang paling ekonomis untuk dilaksanakan. Disamping itu, juga harus tetap menjamin keamanan dan kenyamanan kerja dari para pekerja sehingga prestasi kerja dapat meningkat. Dalam penentuan tata letak TC ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan antara lain (Gray dan Little, 1985):
 1. TC harus mampu menjangkau seluruh area bangunan yang dikerjakan.
 2. Pada Lokasi penempatan TC minimal harus ada lahan bebas selebar 10 meter (*clearance area*) untuk kepentingan pemasangan dan pembongkaran dengan menggunakan kendaraan seperti *mobile crane*.

3. TC tidak boleh diletakkan di atas fasilitas lain, seperti *septic tank*, poer, dan tandon.
- Penempatan material,
Akses menuju material diusahakan mudah terjangkau oleh TC.
 - Rencana kerja
Seperti perencanaan *layout*, pengawasan dan pemeliharaan TC, adanya komunikasi yang jelas antara operator dan perencana *schedule* proyek pekerja di lapangan yang membantu pemasangan dan pembongkaran material.

2.7.4 Kemampuan Operator

Operator TC merupakan orang yang paling penting kontribusinya terhadap penggunaan TC yang aman dan ekonomis. Operator TC harus memiliki keahlian dalam mengoperasikan serta mengenal mekanisme kerja TC. Pemilihan operator TC, harus dipilih operator sudah memiliki SIO (Surat Ijin Operator). Operator yang memiliki SIO kemampuannya lebih teruji.

Dalam pengoperasian TC operator sebaiknya tidak boleh merokok, makan dan membaca, operator TC dituntut bekerja dengan penuh konsentrasi. Sebelum pengoperasian mesin TC harus diperiksa oleh operator, untuk itu diperlukan operator yang berkemampuan untuk menangani TC agar dapat dioperasikan dengan baik. Letak TC harus direncanakan oleh *engineer* dengan baik dengan mempertimbangkan kenyamanan dan keselamatan para pekerja.

Proses pemindahan material menggunakan *tower crane* membutuhkan perhatian yang besar. Selain karena alat tersebut cukup besar jangkauan penglihatan operator juga kadangkala terbatas, maka dari itu seorang operator saja tidak cukup, butuh bantuan orang lain (Varma, 1979)