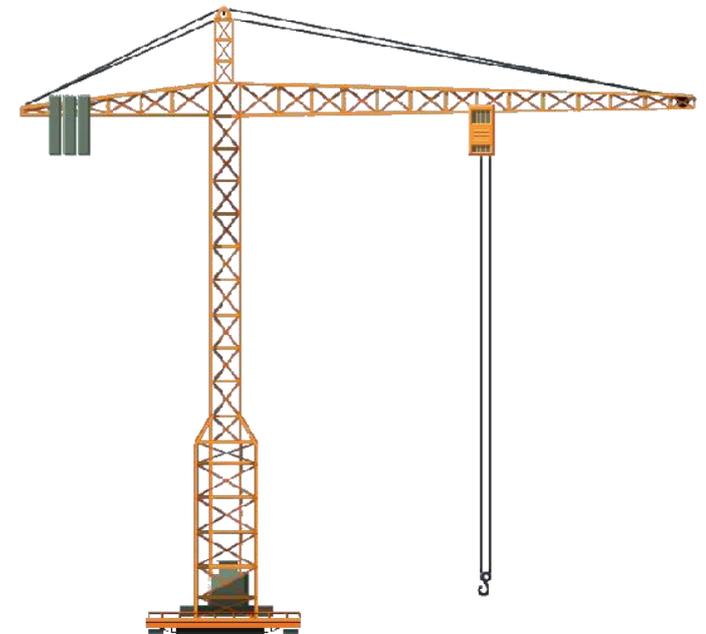


BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Tower Crane

Tower crane merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengangkat material secara vertikal dan horizontal ke suatu tempat yang tinggi pada ruang terbatas. Disebut tower karena memiliki rangka vertikal dengan bentuk standar dan ditancapkan pada perletakan yang tetap. Fungsi utama dari tower crane adalah mendistribusikan material dan peralatan yang dibutuhkan oleh proyek baik dalam arah vertikal ataupun horizontal. Tower crane merupakan peralatan electromotor, artinya menggunakan listrik sebagai penggerakannya. Tenaga gerak tersebut diperoleh dari PLN maupun generator set (*Rostiyanti 2002*).



Gambar 2.1 Tower Crane

2.1.1.1 Bagian-bagian Tower Crane

- a. *Jib*, merupakan bagian dari *tower crane* yang panjang dan bisa berputar secara horizontal sebesar 360 ° atau sering disebut lengan tower crane yang berfungsi untuk mengangkat material atau alat bantu pada proyek dengan bantuan kabel baja (*sling*).
- b. *Counter weight*, berupa beton pemberat yang terdapat pada bagian belakang tower crane yang berfungsi untuk memberikan keseimbangan pada tower crane.
- c. *Mast section*, adalah bagian dari tower crane yang menentukan tinggi dari tower crane, dimana pemasangan tiap-tiap *mast section* dibantu dengan alat hidrolik untuk menyusun *mast section* tersebut ke arah vertikal.
- d. *Joint pin*, adalah bagian dari tower crane yang merupakan tempat operator mengoperasikan tower crane.
- e. Sabuk pengaman. Setelah ketinggian tower crane melampaui batas *free standing* yang diijinkan oleh pabrik pembuat tower crane harus dipasang sabuk pengaman (*tie beam*) yang diikatkan pada bangunan (kolom) dalam pemasangannya.

2.1.1.2 Fungsi Tower Crane

Tower crane digunakan untuk mengangkut material konstruksi bangunan dari bawah menuju bagian yang ada di atas, juga dipakai untuk mengangkut bahan *concrete bucket* pada proses pengecoran dan mampu mengangkat aneka jenis alat bantu maupun bahan untuk membuat

bekisting kolom, besi beton, dan lain sebagainya. Cara kerja tower crane dibagi menjadi tiga gerakan, yaitu :

1. Gerakan vertikal, naik dan turun (*Hoist*) : Gerakan naik dan turun beban diatur oleh kerja motor penggerak yang berfungsi menggulung tali baja. Tali baja ini akan menggerakkan beban yang digantungkan kait (*hook*) yang akan bergerak naik-turun. Bila posisinya telah sesuai dengan yang dikehendaki maka gerakan akan dihentikan oleh operator dengan menarik tuas (*handle*) yang terhubung dengan rem.
2. Gerakan Horizontal (*Trolley*) : Gerakan ini adalah gerakan *trolley* yang berjalan atau berpindah dalam arah mendatar (horizontal) atau melintang. Gerakan ini diatur oleh motor yang berfungsi *trolley* berjalan disepanjang rel yang terletak diatas *girder* dan *boom*.
3. Gerakan Memutar (*Swing*) : Gerakan ini terjadi akibat putaran motor yang memutar gigi jib sehingga jib dapat berputar ke arah kanan atau kiri dengan sudut 360 derajat.

2.1.2 Core wall

Core wall adalah merupakan sistem dinding pendukung linear yang cukup sesuai untuk bangunan tinggi yang kebutuhan fungsi dan utilitasnya tetap yang juga berfungsi untuk memenuhi kekakuan lateral yang diperlukan oleh struktur bangunan. *Core wall* dapat dibayangkan sebagai penahan lateral yang

mirip dengan balok besar yang terkantiliver dari tanah. Oleh sebab itu tegangan geser dan lentur yang bekerja pada dinding inti menyerupai balok berpenampang persegi, dengan anggapan bahwa struktur itu akan sanggup menahan gaya-gaya yang bekerja padanya dan tidak akan runtuh. Karena inti ini juga memikul beban gravitasi, keuntungannya adalah timbul pratekan oleh gaya-gaya induksi sehingga inti tersebut tidak perlu dirancang untuk menahan tegangan tarik oleh lentur yang diakibatkan oleh beban lateral (hal ini nyata sangat berlaku pada struktur inti beton yang besar). Dalam aplikasi desain konstruksi dewasa ini, penggunaan *core wall* dipertimbangkan sebagai suatu bagian dari sistem konstruksi bangunan tinggi yang bisa memikul gaya puntir (torsi), yang dapat terjadi akibat adanya eksentrisitas beban atau eksentrisitas struktur. Selain itu, struktur ini juga dapat dibuat secara asimetris dan ditempatkan di dalam ataupun di luar bangunan. Semakin tinggi suatu bangunan, pentingnya aksi gaya lateral menjadi semakin berarti. Pada ketinggian tertentu, ayunan lateral bangunan menjadi demikian besar sehingga pertimbangan kekakuan, kekuatan bahan struktur, akan sangat menentukan keberhasilan rancangan. Tingkat kekakuan terutama bergantung pada jenis sistem struktur yang dipilih. Selain itu, efisiensi suatu sistem struktur tertentu berhubungan berbanding lurus dengan kuantitas material yang dipergunakan. Sehingga optimasi suatu struktur untuk kebutuhan ruang tertentu haruslah menghasilkan kekakuan maksimum, tetapi dengan berat seminimal mungkin. Dengan demikian akan menciptakan suatu sistem struktur yang inovatif dan dapat diterapkan hingga ambang ketinggian tertentu. Kestabilan dan kekakuan suatu jenis struktur bangunan tinggi untuk menahan beban sangat tergantung pada sistem struktur itu sendiri. Dalam proses perencanaan suatu bangunan tinggi mempunyai tujuan yang hendak dicapai adalah bahwa bangunan itu nantinya akan mampu menahan beban-beban vertikal,

horizontal maupun beban gempa yang terjadi padanya (<https://www.scribd.com/doc/168842190/Core-Wall>).

2.2 Pembahasan Teori

2.2.1 Produktivitas Tower Crane

Produktivitas standar dari tower crane didasarkan pada volume yang dikerjakan persiklus waktu dan jumlah siklus dalam satu jam. Yang dimaksud satu siklus adalah urutan pekerjaan yang dilakukan tower crane dalam satu kegiatan produksi, yaitu muat, angkat, bongkar dan kembali. Rumus produksi perjam :

$$Q = qx \frac{60}{Cm} x E \dots\dots\dots(1)$$

Dengan,

Q = produksi perjam

q = produksi dalam satu siklus

Cm = waktu siklus

E = Efisiensi Kerja

2.2.2 Perhitungan Produksi Dalam Satu Siklus

Yang dimaksud dengan produksi dalam satu siklus disini adalah volume material yang akan diangkut tower crane untuk satu kali pengangkatan. Untuk mendapatkan produksi dalam dalam satu siklus adalah dengan melakukan pengamatan dilapangan. Sebagai contoh untuk pekerjaan pengecoran produksi dalam satu siklus adalah kapasitas *bucket*.

2.2.3 Perhitungan Waktu Siklus

Waktu siklus adalah waktu yang diperlukan oleh tower crane untuk menyelesaikan kegiatan produksi, meliputi waktu muat, waktu angkat, waktu bongkar dan waktu kembali.

Sulit untuk mendapatkan waktu standar sesuai dengan waktu yang sebenarnya. Hal itu karena banyaknya kondisi yang menyebabkan ketidakseragaman dari waktu siklus, kondisi tersebut adalah:

- a. Lintasan operasi
- b. Kecepatan pada berbagai gerakan
- c. Tinggi pengangkatan
- d. Kehilangan waktu untuk percepatan dan perlambatan
- e. Waktu menunggu
- f. Waktu yang dihabiskan untuk pindah posisi
- g. Kondisi cuaca seperti angin, hujan, siang dan malam
- h. Kondisi alat seperti usia, merk dan perawatan
- i. Kondisi tenaga kerja seperti keterampilan operator kecepatan pekerja kedisiplinan, fisik pekerja
- j. Komunikasi antara operator dengan pekerja ditempat pemuatan dan pelepasan material

2.2.3.1 Waktu Pengangkatan

Waktu pengangkatan oleh tower crane dihitung berdasarkan jarak tempuh dan frekuensi alat melakukan pulang, pergi dan waktu untuk bongkar muat dimana waktu tersebut tergantung berdasarkan waktu *hoisting*, *slewing*, *trolley* dan *landing*. Perhitungan jarak tempuh atau perletakan material didasarkan pada titik pusat pada segmen-segmen yang telah ditentukan.

Setelah diketahui titik pusat per segmen dari perletakan atau titik pusat masing-masing *core wall* pada

proses pengecoran *core wall*, maka dapat dihitung waktu pengangkatan.

2.2.3.2 Waktu Kembali

Waktu kembali adalah waktu yang diperlukan tower crane untuk kembali kesisi semula sehingga dapat dilakukan pemuatan kembali. Besarnya waktu kembali dipengaruhi oleh kecepatan dan jarak *hoisting*, *slewing*, *trolley* dan jarak *landing*.

2.2.3.3 Waktu Muat dan Bongkar

a. Pekerjaan pengecoran

Waktu muat adalah waktu untuk mengisi *concrete bucket* dengan beton basah dari *truck mixer*, yang besarnya tergantung pada volume dari *concrete bucket*. Sedangkan waktu bongkar adalah waktu untuk menuangkan beton basah dari *concrete bucket* yang besarnya tergantung pada jenis pekerjaannya. Untuk mendapatkan waktu bongkar muat dengan melakukan pengamatan dilapangan.

b. Pekerjaan pengangkatan material

Besarnya pengangkatan material seperti tulangan, bekisting, *scaffolding*, *horrybeam* dan *pipe support*, tergantung pada volume dalam satu siklus jenis material, serta keterampilan pekerjaanya.

2.2.4 Efisiensi Kerja

Efisiensi adalah suatu kemampuan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dengan benar. Hal tersebut diukur dari : Segi produktivitas, yakni meninjau efisiensi dari segi hasil atau output saja Dimana dengan pengorbanan yang sama hasilnya berbeda. Semakin tinggi hasilnya, maka semakin efisien.

Efisiensi adalah suatu kemampuan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dengan benar. Ini merupakan sebuah konsep perhitungan ratio antara keluaran (*output*) dan masukan (*input*). Prinsip efisiensi (*Principle of Efficiency*) karena organisasi dikehendaki berjalan lancar dalam mencapai tujuannya, maka harus diusahakan penghematan di satu pihak dan peningkatan produktivitas di lain pihak.

Efisiensi dipakai dalam membuat sebuah perencanaan. Dimana sebelum dilakukan pekerjaan terlebih dahulu direncanakan lebih awal sehingga pemborosan dapat ditekan

Efisiensi optimal adalah perbandingan yang terbaik antara pengorbanan yang diberikan dengan hasil yang dicapainya, dikatakan efisien apabila dalam mencapai keluaran yang lebih tinggi hasil produktivitasnya dibanding masukan-masukan seperti tenaga kerja, bahan, uang dan waktu yang digunakan (*Peter Drucker*).

a. Efisiensi ditinjau dari segi penghematan

Segi penghematan atau pengorbanan (*input*), dimana dengan pengorbanan yang berbeda akan memberikan hasil yang lebih baik. Ini merupakan sebuah konsep perhitungan ratio antara keluaran (*output*) dan masukan (*input*). Contoh dengan menggunakan peralatan yang modern akan dapat melakukan penghematan dari segi waktu, tenaga, biaya dan lain-lain.

b. Efisiensi dengan tolok ukur ditinjau dari segi hasil produktivitas

- Dimana terjadinya perbandingan antara hasil minimum yang ditetapkan dengan hasil riil yang dicapai.
- Dikatakan efisien apabila hasil riilnya lebih besar daripada minimal yang diberlakukan.

- Sebaliknya tidak efisien apabila hasil yang dicapai lebih kecil dari hasil minimal yang ditetapkan.
- c. Efisien ditinjau dari segi pengorbanan atau penghematan.
- Dikatakan efisien apabila pengorbanan maksimum yang ditetapkan.
 - Dikatakan tidak efisien apabila pengorbanan riilnya lebih besar daripada pengorbanan maksimal yang ditetapkan.
 - Ukuran pengorbanan normal dapat dikategorikan dengan efisien.
 - Yang justru keliru apabila pengorbanan yang sedikit untuk mendapatkan hasil yang lebih besar.
- d. Efisiensi dengan titik impas
- Dalam dunia usaha, titik impas (*break even point*) merupakan titik batas antara usaha yang efisien dan tidak efisien.
 - Kegiatan efisien haruslah yang menguntungkan, karena tujuan utama dari berbagai kegiatan adalah mencari untung.
 - Untuk memperoleh keuntungan, haruslah diketahui titik impasnya.

Dimana titik impas tersebut harus diperhitungkan baik dari segi efisiensi yang diharapkan dapat menghasilkan keuntungan maksimal antara modal kerja dengan hasil produksi.

Efisiensi kerja dinyatakan dalam suatu besaran faktor koreksi yang merupakan suatu faktor yang diperhitungkan pengaruh unsur yang berkaitan dengan mesin, manusia, keadaan cuaca dan faktor waktu kerja efektif terhadap pengoperasian peralatan yang dapat dilihat dari tabel berikut ini:

Tabel 2.1 Faktor Kondisi Kerja dan Manajemen / Tatalaksana

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	0,69	0,61	0,57	0,52

Sumber : Rochmanhadi, (1984)

Tabel 2.2 Faktor Waktu Kerja Efektif

Kondisi	Waktu kerja efektif	Efisiensi
Sangat baik	55 menit/jam	0,92
Baik	50 menit/jam	0,83
Sedang	45 menit/jam	0,75
Buruk	40 menit/jam	0,67
Sangat Buruk	35 menit/jam	0,56

2.2.5 Mekanisme Kerja

Mekanisme kerja tower crane terdiri dari :

1. *Hoising Mechanism* (mekanisme angkat)

Mekanisme ini digunakan untuk mengangkat beban. Gerakan ini adalah gerakan naik atau turun beban yang telah dipasang pada kait diangkat atau diturunkan dengan menggunakan drum/hook, dalam hal ini putaran drum disesuaikan dengan

drum/hook yang sudah direncanakan. Hook digerakan oleh motor listrik dan gerakan drum/hook dihentikan dengan rem sehingga beban tidak akan naik atau turun setelah posisi yang ditentukan sesuai dengan yang direncanakan.

2. *Slewing Mechanism* (mekanisme putar)

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

3. *Trolley Traveling Mechanism* (mekanisme jalan trolley)

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

4. *Traveling Mechanism* (mekanisme jalan)

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

2.2.6 Metode Pelaksanaan

Penggunaan tower crane melibatkan proses :

1. Mobilisasi

Proses pemindahan atau pengangkutan komponen-komponen tower crane dari pool ke lokasi proyek.

2. *Erection*

Proses merakit komponen dasar dari tower crane.

3. Operasional

4. *Dismalting*

Proses pembongkoran atau pelepasan komponen tower crane sehingga dapat dilakukan demobilisasi.

5. Demobilisasi

Proses pemindahan atau pengangkutan komponen-komponen tower crane dari lokasi proyek ke pool.

2.2.7 Kapasitas Alat

Besarnya muatan yang dapat diangkat oleh tower crane telah diatur dan didapatkan dalam manual operasi tower crane

yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat tower crane tersebut. Prinsip dalam penentuan beban yang bias diangkat adalah berdasarkan prinsip momen. Jadi pada jarak dan ketinggian tertentu tower crane memiliki momen batas yang tidak boleh dilewati. Panjang lengan muatan dan daya angkut muatan merupakan suatu perbandingan yang bersifat linear. Perkalian panjang lengan dan daya angkat maksimum pada setiap titik adalah sama dan menunjukkan kemampuan momen yang bias diterima oleh tower crane tersebut.

2.2.8 Sumber Peralatan

Dalam pelaksanaan pembangunannya, suatu proyek dapat memperoleh peralatan dengan jalan menyewa maupun membeli. Pada kondisi tertentu, pembelian peralatan akan menguntungkan secara finansial, sedangkan pada kondisi yang lain akan lebih ekonomis dan efisien untuk menyewanya. Terdapat tiga alternatif dalam kepemilikan alat, yaitu:

1. Membeli alat konstruksi, umumnya untuk peralatan dengan pemakaian yang rutin sehingga dengan membeli alat maka biaya penggunaan alat per jamnya akan lebih rendah.
2. Menyewa peralatan konstruksi (biasanya dengan perjanjian *leasing*). Umumnya untuk peralatan konstruksi yang hanya digunakan untuk pekerjaan dengan waktu relatif singkat. Dengan menyewa, biaya penggunaan alat per jamnya akan lebih tinggi tetapi resiko terhadap kontraktor lebih rendah.
3. Menyewa peralatan konstruksi dan merencanakan akan membelinya kelak. Umumnya disebabkan kondisi keuangan yang kurang memungkinkan untuk membeli peralatan. Tetapi diharapkan bila kondisi keuangan di masa mendatang diperkirakan membaik, maka alternatif pembelian dapat dilakukan.

2.2.9 Konsep Waktu

Perencanaan merupakan bagian terpenting untuk mencapai keberhasilan proyek konstruksi. Pengaruh perencanaan terhadap proyek konstruksi akan berdampak pada pendapatan dalam proyek itu sendiri. Proses perencanaan nantinya akan digunakan sebagai dasar untuk melakukan kegiatan estimasi dan penjadwalan dan selanjutnya sebagai tolak ukur untuk pengendalian proyek. Penjadwalan adalah kegiatan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan dan urutan kegiatan serta menentukan waktu proyek dapat diselesaikan.

1. Penjadwalan dibutuhkan untuk membantu:
 - a. Menunjukkan hubungan tiap kegiatan lainnya dan terhadap keseluruhan proyek.
 - b. Mengidentifikasi hubungan yang harus didahulukan di antara kegiatan.
 - c. Menunjukkan perkiraan biaya dan waktu yang realistis untuk tiap kegiatan.
 - d. Membantu penggunaan tenaga kerja, uang dan sumber daya lainnya dengan cara hal-hal kritis pada proyek
2. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam membuat jadwal pelaksanaan proyek :
 - a. kebutuhan dan fungsi proyek tersebut. Dengan selesainya proyek itu proyek diharapkan dapat dimanfaatkan sesuai dengan waktu yang sudah ditentukan.
 - b. keterkaitannya dengan proyek berikutnya ataupun kelanjutan dari proyek selanjutnya.
 - c. alasan sosial politik lainnya, apabila proyek tersebut milik pemerintah.
 - d. kondisi alam dan lokasi proyek.
 - e. keterjangkauan lokasi proyek ditinjau dari fasilitas perhubungannya.

- f. ketersediaan dan keterkaitan sumber daya material, peralatan, dan material pelengkap lainnya yang menunjang terwujudnya proyek tersebut.
- g. kapasitas atau daya tampung area kerja proyek terhadap sumber daya yang dipergunakan selama operasional pelaksanaan berlangsung.
- h. produktivitas sumber daya, peralatan proyek dan tenaga kerja proyek, selama operasional berlangsung dengan referensi dan perhitungan yang memenuhi aturan teknis.
- i. cuaca, musim dan gejala alam lainnya.
- j. referensi hari kerja efektif.

2.2.10 Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan *Core Wall*

Tahapan persiapan pekerjaan pengecoran *core wall* meliputi :

- 1) Pekerjaan persiapan
Pekerjaan persiapan terdiri dari pembersihan lantai kerja, penandaan lokasi yang akan dibuat *core wall*.
- 2) Penulangan *core wall*
Pekerjaan pembesian merupakan bagian dari pekerjaan struktur. Pekerjaan ini memegang peranan penting dari aspek kualitas pelaksanaan mengingat fungsi besi tulangan yang penting dalam kekuatan struktur gedung.
- 3) Bekisting *core wall*
Bekisting merupakan sarana struktur beton untuk mencetak beton baik ukuran atau bentuknya sesuai dengan yang direncanakan, sehingga bekisting harus mampu berfungsi sebagai struktur sementara yang bisa memikul berat sendiri, beton basah, beban hidup dan peralatan kerja.
- 4) Pengecoran *core wall*
Pekerjaan pengecoran adalah pekerjaan penuangan beton segar ke dalam cetakan suatu elemen struktur

yang telah dipasang besi tulangan. Sebelum pekerjaan pengecoran dilakukan, harus dilakukan inspeksi pekerjaan untuk memastikan cetakan dan besi tulangan telah terpasang sesuai rencana.

5) Perawatan atau *curing*

Tujuan perawatan beton adalah memelihara beton dalam kondisi tertentu pasca-pembukaan bekisting (*demoulding of form work*) agar optimasi kekuatan beton dapat dicapai mendekati kekuatan yang telah direncanakan. Perawatan beton *core wall* setelah pengecoran adalah dengan disiram 3 kali sehari selama 3 hari.

6) Selesai

2.3 Kerangka Pemikiran

Dalam suatu pembangunan gedung dibutuhkan struktur *core wall* yang berfungsi sebagai penyanggah utama dari beban gedung tersebut. Dalam hal ini, pekerjaan *core wall* menggunakan beberapa alat bantu untuk mempercepat pelaksanaan *core wall* diantaranya tower crane, *concrete bucket*, *concrete pump*, *truck mixer*. Dalam pelaksanaan pekerjaan *core wall*, tower crane memiliki porsi terbesar karena tower crane dapat menjangkau bagian tertinggi gedung sehingga produktivitas dari tower crane harus direncanakan sedemikian rupa agar efektif dan efisien dalam pengoperasiannya. Jika hal itu dapat tercapai maka pekerjaan *core wall* akan terlaksana sesuai dengan target durasi rencana, bahkan dapat lebih cepat.