

**BAB II**  
**LANDASAN TEORI**

**2.1 Penelitian Terdahulu**

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
<b>Rini Pebri Utari</b>	STUDI KASUS: PROYEK PENGEMBANGAN HOLAND PARK TAHAP 2 STONE CONDOTEL; PEMILIHAN TOWER CRANE DAN ANALISIS TATA LETAK TERHADAP WAKTU DAN BIAYA KONSTRUKSI	Temuan penelitian menunjukkan bahwa, meskipun koordinat dan jari-jari tower crane yang digunakan tergantung pada koordinat tujuan, efisiensi dan efektivitas posisi tower crane ditentukan oleh keadaan titik pasokan dalam hal jarak yang dimodifikasi, lokasi penempatan, dan jumlah.
<b>Paulus Eric Hartono, Noviyanti dan Ratna S. Alifen</b>	PROGRAM PENENTUAN KEMANJURAN BIAYA DAN WAKTU PENGUNAAN TOWER CRANE	Anda dapat menggunakan program ini untuk menentukan waktu efektif setiap sub-pekerjaan yang diinginkan juga. Setiap waktu subjob TC yang dihasilkan dapat membantu kontraktor merencanakan cara terbaik untuk menggunakan TC sehingga biaya terkait dapat dikelola dengan tepat juga. Banyak faktor, termasuk kondisi alat dan lapangan, manajemen proyek, kemampuan operator, faktor operasi alat berat, dan faktor efisiensi waktu operasi, mempengaruhi seberapa efektif penggunaan TC.
<b>Satrio Mahardhika dan Afrizal Nursin</b>	PROJECT Y: OPTIMIZATION OF TOWER CRANE LOCATION OVER TIME CYCLE	Lokasi tower crane harus mempertimbangkan sejumlah faktor, seperti kekuatan struktur tanah untuk mendukung tower crane, jangkauan lengan tower crane, lokasi Tower Crane dalam kaitannya dengan struktur

		<p>bangunan ketika sedang dibangun, lokasi Tower Crane dalam kaitannya dengan bangunan di mengelilingi proyek, posisi Tower Crane dalam kaitannya dengan Tower Crane lainnya dalam kelompok, dan waktu. siklus dan output yang dihasilkan di tempat oleh tower crane</p>
--	--	--

## 2.2 Pengertian Efektivitas

Menurut Pekei (2016: 69), efektivitas dapat diartikan sebagai tingkat keberhasilan atau pencapaian tujuan, diukur dari segi kualitas, kuantitas, dan waktu, sesuai dengan apa yang direncanakan sebelumnya. Pendapat ahli lainnya menunjukkan bahwa teori efektivitas memiliki karakteristik seperti memahami program, mencapai tujuan, ketepatan waktu, mencapai tujuan, dan mencapai perubahan nyata (Andriani, 2018). Oleh karena itu, proyek konstruksi dianggap efektif jika dilakukan tepat waktu dan dengan biaya minimal.

## 2.3 Pengertian Tata Letak

Layout memiliki fungsi yang mendukung kelancaran kemajuan proyek konstruksi. Tata letak dapat diartikan sebagai bagian dari detail desain bangunan atau cetak biru yang sedang dikerjakan pekerja, dan dijelaskan oleh para profesional untuk membantu pekerja membaca gambar proyek. (Arif, 2017).

### 2.3.1 Tata Letak yang Efektif untuk *Tower Crane*

- a. Dari lokasi ini, panjang tower crane JIB harus mencapai seluruh area konstruksi yang ditangani.
- b. Di lokasi pemasangan tower crane, setidaknya 10 meter persegi ruang terbuka tersedia untuk pemasangan tower crane.
- c. Tower Crane tidak boleh berdiri di atas bangunan .

## 2.4 Pengertian *Tower Crane*

Menurut Rostiyanti (2008), *Tower Crane* adalah alat berat yang dirancang untuk memudahkan tugas-tugas yang tidak dapat dilakukan oleh manusia, seperti mengangkat dan memindahkan material berat ke lokasi yang lebih tinggi atau sulit dijangkau. Fungsi utama tower crane adalah untuk mengangkat dan memindahkan material tanpa perlu tenaga manusia, seperti baja, beton, dan multiplex. Tower crane sendiri merupakan sarana untuk memudahkan pekerjaan seperti tulangan, bekisting dan pengecoran.

### 2.4.1 Bagian-Bagian *Tower Crane*

Menurut Rostiyanti F. (2008) *Tower Crane* memiliki beberapa bagian antara lain :

1. *Base/ Fixing Angels*

2. *Base Section*

Dasar *Tower Crane* terdiri dari tiang pancang yang dipasang atau dijangkar pada pondasi untuk menahan gaya aksial dan tegangan.

3. *Mast Section*

Badan *Tower Crane* terdiri dari segmen rangka yang dirancang untuk menambah ketinggian tower crane. *Climbing Frame*

4. *Support Seat*

Bagian ini bertindak sebagai alas atau dudukan untuk mendukung slewing ring dari mekanisme putar.

5. *Slewing Ring*

Alat yang berputar 360°.

6. *Slewing Mast*

Ini adalah alat yang terletak di bawah cat head dan berputar dengan JIB.

7. *Cat head/ Tower Top*

Ini adalah tower crane yang digunakan sebagai alas dan counter JIB.*Jib*

8. *Section Lengan*

Digunakan sebagai pembawa material dalam berbagai panjang tergantung pada persyaratan lokasi.

9. *Counter Jib Lengan*

Sebagai penyeimbang untuk boom yang dipasang. Ada penyeimbang di bagian belakang tower crane untuk membantu menambah beban cetakan beton.

10. *Counter Weight*

Merupakan blok beton yang dipasang pada *counter jib* berfungsi untuk pemberat.

11. *Cabin set*

Digunakan sebagai ruangan operator.

12. *Access Ladder*

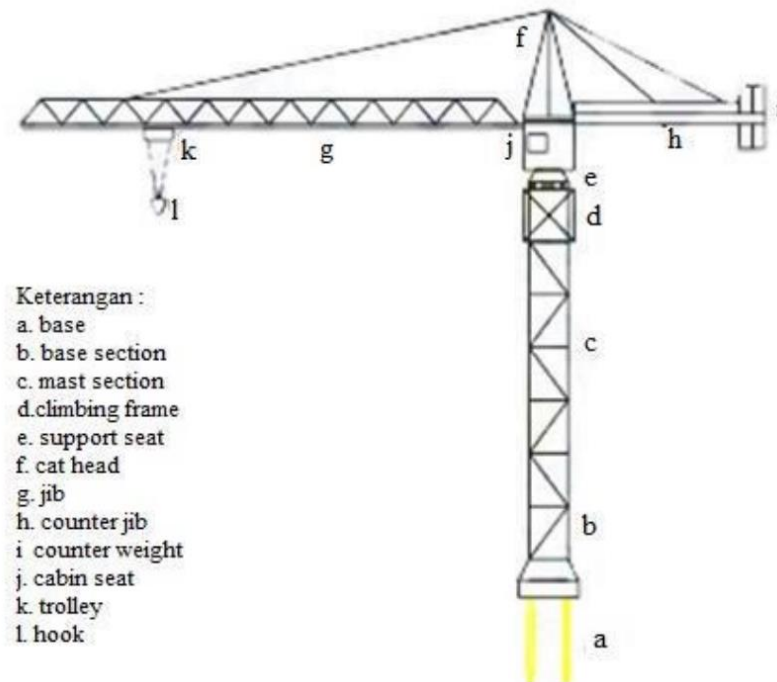
Suatu bentuk tangga vertikal yang digunakan oleh operator untuk mencapai cabin seat.

13. *Trolley*

Alat untuk menopang pengait agar dapat dipindahkan secara vertikal..

14. *Hook*

Dipasang pada trolley yang digunakan sebagai perangkat kait pemuatan.



**Gambar 2.1 Bagian Tower Crane**

(Sumber : Rostiyanti F., 2008)

#### 2.4.2 Jenis-Jenis Tower Crane

Rostiyanti (2008) Menyatakan bahwa jenis pada *Tower Crane* dibagi berdasarkan cara Crane tersebut berdiri. Berikut jenis jenis Crane tersebut

1. *Free Standing Crane*

Tower crane membutuhkan fondasi yang dihitung oleh insinyur untuk meminimalkan risiko bergulir karena beban. Pondasi yang umum digunakan adalah pondasi tiang pancang. Pondasi tiang pancang dibangun menggunakan semen menggunakan metode pengecoran dengan lubang dengan kedalaman tertentu.



**Gambar 2.2 Free Standing Crane**

(Sumber : *Proservcrane.com*)

## 2. Rail Mounted Crane

Tower crane membutuhkan pondasi yang dihitung oleh insinyur untuk meminimalkan risiko bergulir karena beban. Pondasi yang umum digunakan adalah pondasi tiang pancang. Tower crane sekarang menggunakan rel untuk memudahkan pergerakan alat. Namun, kerugian menggunakan sprint adalah harganya sangat tinggi sehingga tidak hemat biaya.



**Gambar 2.3 Rail Mounted Crane**

(Sumber : *Koneranes.com*)

## 3. Climbing Tower Crane

Tower crane dapat dipasang di dalam gedung dan diangkat menggunakan dongkrak hidrolik. Tower crane ini cocok untuk proyek area terbatas.



***Gambar 2.4 Climbing Tower Crane***

*(Sumber : Sky-line.co.il)*

4. *Tied in Crane*

Tower crane dapat berdiri tegak dengan ketinggian maksimal kurang dari 100 meter. Jika crane akan digunakan di atas ketinggian berdiri maksimumnya, crane harus dijangkar.



***Gambar 2.5 Tied in  
Crane***

## 2.5 Pemilihan *Tower Crane*

Rostiyanti (2008) menyatakan bahwa yang mempengaruhi efektivitas tata letak *Tower Crane* antara lain :

1. Kondisi Alat

Alat yang digunakan harus kompatibel dengan kondisi yang ada di lokasi, seperti Tinggi *Tower Crane*, panjang boom, dan posisi pada beban maksimum..

2. Survey pada Proyek

Luas area, luas bangunan, beban material, dan lingkungan harus diperhatikan

sebelum memulai pekerjaan alat berat. Ini akan membantu Anda memutuskan jenis alat berat apa yang akan digunakan.

3. Peralatan sedang digunakan. Operator *Tower Crane*

Operator merupakan faktor penting dalam memutuskan apakah akan mengoperasikan mesin atau tidak. Sebelum memilih operator, Anda harus mempertimbangkan pengalaman mereka dan mereka juga harus memiliki lisensi operator (SIO).

## 2.6 Penggunaan *Tower Crane*

Menurut (Rostiyanti, 2008) cara kerja *Tower crane* dibagi menjadi tiga gerakan, yaitu :

1. Gerakan Vertikal (*Hoist*) :

Gerakan mengangkat dan menurunkan beban dikendalikan oleh aksi motor penggerak, yang digunakan untuk memutar kabel baja. Kabel baja bergerak ke atas dan ke bawah untuk memindahkan beban pada pengait.

2. Gerakan Horizontal (*Trolley*)

Gerakan horizontal atau lateral dan dikendalikan oleh motor yang berjalan di

sepanjang rel di atas balok dan boom.

3. Gerakan Memutar (*Swing*)

Rotasi dihasilkan oleh putaran motor, dan boom gear juga berputar dengan sudut rotasi 360°.



## 2.7 Produktivitas Tower Crane

Menurut Rostiyanti (2008). Produktivitas tower crane dipengaruhi oleh kapasitas alat dan waktu siklus.

Rumus untuk menentukan produktivitas alat adalah:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Kapasitas}}{CT} \times \text{Efisiensi}$$

Dimana :

Kapasitas = Volume Material

CT = Waktu Siklus

Efisiensi = Nilai Koreksi

Daftar pekerjaan yang dilakukan *Tower Crane* dalam kegiatan produksi, yaitu :

- a. Mekanisme angkat (*hoisting mechanism*)
- b. Mekanisme putar (*swing mechanism*)
- c. Mekanisme jalan trolley (*trolley traveling mechanism*)
- d. Mekanisme Turun (*landing mechanism*)

### 2.7.1 Produktivitas Tower Crane pada Pekerjaan Pemindahan Material

Untuk menghitung produktivitas pemindahan material, data yang dibutuhkan adalah berat material yang dipindahkan dan waktu siklus untuk mengeluarkan material.

Berikut adalah rumus produktivitas pemindahan material:

$$P_{\text{mat}} = n \times Q$$

Dimana:

$P_{\text{mat}}$  : Produktivitas pekerjaan pemindahan material ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$N$  : Jumlah siklus per jam pada koordinat tertentu

$Q$  : Berat material yang dipindahkan (kg)

### **2.7.2 Produktivitas *Tower Crane* pada Pekerjaan Pengecoran**

Untuk menghitung produktivitas pekerjaan pengecoran, Anda memerlukan data tentang volume bucket beton dan waktu siklus penuangan pada koordinat tertentu.

Berikut adalah rumus produktivitas pekerjaan pengecoran:

$$P_{cor} = n \times Q$$

Dimana:

- P<sub>cor</sub> : Produktivitas pekerjaan pengecoran (m<sup>3</sup>/jam)
- N : Jumlah siklus per jam pada koordinat tertentu
- Q : Volume bucket beton (m<sup>3</sup>)

### **2.8 *Manual Book Tower Crane***

Manual book adalah buku yang disertakan dengan produk yang memberikan panduan tentang cara menggunakan produk, memeliharanya, dan menyelesaikan masalah dengan produk. Kami juga telah menyiapkan manual untuk alat berat seperti tower crane untuk mencegah kesalahan operasional yang dapat menyebabkan kecelakaan di lokasi kerja.

Isi manual tower crane adalah sebagai berikut:

#### **2.8.1 Persyaratan Menjadi Operator**

- a. Kemampuan untuk mengoperasikan alat berat dengan benar.  
Bukti kemampuan ini dapat diberikan dengan memiliki SIM Kelas B II.
- b. Mereka yang memiliki izin operator alat berat.
- c. Kesehatan jasmani dan rohani.



**Gambar 2.6 Surat Ijin Operasi (SIO)**

### **Tower Crane**

#### **2.8.2 Syarat Layak Pemakaian Keran Angkat Tower Crane**

- a. Alat yang Anda gunakan harus disertifikasi.
- b. Peralatan keselamatan harus berfungsi dengan baik.
- c. Pertahankan perangkat pada waktu tertentu.
- d. Saat menggunakan keran angkat, persyaratan berikut harus dipenuhi:
  - Keseimbangan antara posisi beban dan posisi berat tegangan.
  - Pemasangan penangkal petir tersembunyi harus dilakukan di lokasi yang sama di mana keran pengangkat dipasang.
  - Lampu yang digunakan harus cukup terang bahkan di malam hari.
- e. Penyeimbang yang digunakan dalam keran menara harus dipertahankan dalam posisi vertikal dan memenuhi spesifikasi beban yang ditentukan.
- f. Harus ada ruang dalam ruangan yang memadai untuk memastikan keselamatan karyawan.

#### **2.8.3 Pengoperasian**

- a. Keran angkat harus dilengkapi dengan tanda peringatan operasional dan pencahayaan yang memadai saat dioperasikan di luar ruangan pada malam hari dan dengan pencahayaan yang memadai saat dioperasikan di dalam ruangan.

- b. Pandangan operator harus jelas dan tidak terhalang baik di dalam maupun di luar ruangan.
- c. Saat mengoperasikan ayam pengangkat, dilarang mengangkat atau mengangkut produk melebihi kapasitas angkat maksimumnya, atau mengoperasikannya tanpa izin. Pengoperasian keran angkat Tower Crane harus menggunakan bahasa isyarat yang mudah dimengerti.
- d. Saat mengoperasikan keran angkat *Tower Crane*, operator harus mengikuti sinyal atau perintah rigger, menghentikan pekerjaan jika terjadi keadaan darurat, dan menghindari mengangkat beban di tempat atau dalam jumlah besar.
- e. Jika muatan tidak dilepaskan, segera bunyikan sinyal peringatan untuk mengosongkan muatan dan atur ulang lagi.
- f. Gerakan vertikal digunakan untuk menghindari guncangan saat naik turun.
- g. Jika kecepatan angin melebihi 38km / jam, katup angkat harus berhenti beroperasi.

#### **2.8.4 Juru Ikat (*Rigger*)**

- a. Juru Ikat (*Rigger*) harus terlihat oleh operator saat bekerja.
- b. Sebelum mengirim sinyal, Juru ikat (*Rigger*) harus memastikan bahwa semua alat dan peralatan lainnya terpasang pada beban yang diangkat dan bahwa beban seimbang.
- c. Jika keran angkat Tower Crane tanpa beban, selempang harus dipasang ke kait oleh rigger.
- d. Jika ada orang atau benda di dekatnya, operator harus mengangkat kait cukup jauh untuk menghindari menyentuhnya..



**Gambar 2.7 Juru Ikat (Rigger)**

(Sumber : [indomultitraining.co.id](http://indomultitraining.co.id) )

### **2.8.5 Persyaratan tali kawat baja (Sling)**

- a. Tali kawat baja harus memiliki faktor keamanan minimal lima kali beban maksimum. Ini harus dilumasi seperlunya dan diperiksa selama instalasi awal, sebelum menggunakan alat, dan setidaknya seminggu sekali.
- b. Jika pengurangan ditentukan diperlukan, pengurangan diameter tali kawat baja tidak boleh melebihi 5% dari diameter aslinya.
- c. Tali kawat baja dilarang jika memiliki sambungan, simpul atau tikungan, tikungan, lipatan atau pengelupasan, aus atau karat, dan untuk tali kawat baja dengan konstruksi yang lebih bengkok, kawat putus.

### **2.9 Struktur Utama**

Menurut Istimawan Dipohusodo, (1999) Struktur baja adalah suatu sistem konstruksi yang menggunakan komponen baja struktural yang saling terhubung untuk mengangkat beban dan memberikan kekakuan penuh. Struktur baja memiliki kekuatan yang tinggi dan membutuhkan lebih sedikit bahan baku dibandingkan jenis struktur lain seperti struktur beton dan struktur kayu. Tali kawat baja dilarang jika memiliki sambungan, simpul atau tikungan, tikungan, lipatan atau pengelupasan, aus atau karat, dan untuk tali kawat baja dengan konstruksi yang lebih bengkok, kawat putus.

### **2.9.1 Kolom**

Kolom adalah anggota struktural vertikal yang terutama mendukung beban dalam struktur arsitektur. Fungsi kolom adalah untuk mentransfer beban dari langit-langit, pelat lantai, atap dan balok ke fondasi bangunan. Penyangga terbuat dari baja dan beton dan diperkuat dengan bala bantuan yang bertindak sebagai pembawa beban, seperti: Contoh: jangkar, spiral, komposit. Penopang meliputi struktur primer untuk menopang berat bangunan dan beban lainnya seperti beban hunian (orang dan barang) dan meniup beban.

### **2.9.2 Balok**

Balok adalah elemen struktural yang dirancang untuk membawa beban bangunan dan mentransfernya ke struktur pendukung. Balok ini kaku dan digunakan untuk memperkuat beban bangunan. Ada berbagai jenis balok struktural.

Misalnya, balok sederhana, balok kantilever, balok Terrizan, balok ujung tetap, permukaan gantung, dan balok kontinu atau kontinu.

### **2.10 Jarak Tempuh *Tower Crane***

Jarak tempuh merupakan panjang jarak sumber material dengan tujuan material, dan memiliki 3 macam yaitu :

- a. Jarak tempuh vertikal ( $D_v$ )
- b. Jarak tempuh rotasi ( $D_r$ )
- c. Jarak tempuh horizontal ( $D_h$ )

#### **2.10.1 Jarak Tempuh Vertikal ( $D_v$ )**

Jarak perjalanan vertikal terdiri dari dua bagian: jarak pendakian vertikal ( $D_{va}$ ) dan jarak balik vertikal ( $D_{vk}$ ).

#### **2.10.2 Jarak Tempuh Rotasi ( $D_r$ )**

Jarak putar adalah jarak antara sumber dan tujuan material ke titik di mana tower crane berdiri membentuk sudut. Jarak tempuh rotasi terdiri dari dua bagian: Jarak tempuh rotasi ke atas ( $D_{ra}$ ) dan Jarak tempuh rotasi terbalik ( $D_{rk}$ ).

$$\cos \theta = \frac{D1^2 + D2^2 - D3^2}{2 \times D1 \times D2}$$

$$D3 = \sqrt{(x2 - x1)^2 + (Y2 - Y1)^2}$$

Dimana:

$\alpha$  atau  $D_r$  = sudut rotasi (radian).

$D_3$  = panjang jarak sumber dengan tujuan tertentu (m).

### 2.10.3 Jarak Tempuh Horizontal (Dh)

Jarak tempuh horizontal adalah perbedaan antara jarak antara tool dan sumber material dan jarak horizontal antara tool dan target material.

Ini memiliki dua bagian: kinerja angkat horizontal (Dha) dan jarak tempuh kembali horizontal (Dhk).

$$Dh = [D_1 - D_2]$$

Dimana :

$D_h$  = jarak tempuh horizontal

$D_1 = \sqrt{X1^2 + Y1^2}$  = jarak antara *Tower Crane* dengan sumber material

$D_2 = \sqrt{X2^2 + Y2^2}$  = jarak antara *Tower Crane* dengan tujuan penempatan

$X_1, Y_1$  = koordinat sumber material terhadap *Tower Crane*

$X_2, Y_2$  = koordinat tujuan penempatan material terhadap *Tower Crane*

## 2.11 Waktu Tempuh *Tower Crane*

Waktu tempuh adalah waktu yang dibutuhkan tower crane untuk memindahkan material dari sumbernya ke tujuannya. Ada dua jenis waktu perjalanan: waktu perjalanan ideal dan waktu perjalanan aktual.

### 2.11.1 Waktu Tempuh Ideal

Waktu tempuh ideal adalah waktu yang membandingkan jarak tempuh *Tower Crane* dengan kecepatan ideal *Tower Crane*, terdapat 3 jenis antara lain:

- a. Waktu tempuh vertikal ideal ( $T_{Videal}$ )

Waktu tempuh Tower Crane secara vertikal.

$$T_{Videal} = \frac{Dv}{Vv}$$

Dimana :

$T_{Videal}$  = waktu tempuh vertikal ideal (menit)

$Dv$  = jarak tempuh vertikal (m)

$Vv$  = kecepatan hoist (m/menit)

- b. Waktu tempuh Rotasi ideal ( $T_{Rideal}$ )

Waktu tempuh Tower Crane secara berputar atau rotasi.

$$T_{Rideal} = \frac{Dr}{Vr}$$

Dimana :

$T_{Rideal}$  = waktu tempuh rotasi ideal (menit)

$Dr$  = jarak tempuh rotasi (rad)

$Vr$  = kecepatan swing (rad/menit)

- c. Waktu tempuh Horizontal ideal ( $T_{Hideal}$ )

Waktu tempuh Tower Crane secara horizontal.

$$T_{Hideal} = \frac{Dh}{Vh}$$

Dimana :

$T_{Hideal}$  = waktu tempuh horisontal ideal (menit)

$Dh$  = jarak tempuh horisontal (m)

$Vh$  = kecepatan trolley (m/menit)

### 2.11.2 Waktu Tempuh Aktual

Waktu yang dihabiskan di lapangan atau melakukan penelitian langsung adalah waktu perjalanan yang sebenarnya. Tiga komponen yang membentuk waktu perjalanan aktual adalah waktu perjalanan rotasi aktual ( $T_{Raktual}$ ), waktu perjalanan horizontal aktual ( $T_{Haktual}$ ), dan waktu perjalanan vertikal aktual ( $T_{Vaktual}$ ).



## **2.12 Biaya Operasional *Tower Crane***

Menurut (Nunnaly, 2007) Biaya yang dikeluarkan saat menjalankan mesin dikenal sebagai biaya operasi tower crane. Beberapa biaya terdiri dari operasional Tower Crane.

a. Biaya Operator Alat

Biaya yang dikeluarkan untuk mengkompensasi Operator

b. Biaya Pelumas

Jumlah ini mewakili biaya pembelian pelumas saat mengoperasikan Tower Crane.

c. Biaya Bahan Bakar (Fuel Cost)

Biaya ini mewakili bahan bakar diesel yang harus dibeli untuk mengoperasikan Tower Crane.

d. Biaya Sewa Alat *Tower Crane*

Biaya ini adalah harga sewa untuk tower crane; Perhitungan sering dilakukan setiap jam..

## **2.13 Keselamatan dan Kesehatan Kerja**

Menurut International Labour Organization (ILO) dalam Hasibuan (2020) Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan upaya perlindungan yang mempengaruhi keselamatan dan kesehatan kerja serta orang lain di tempat kerja/perusahaan, dan setiap sumber produksi dapat digunakan secara aman dan efisien.

Penyelenggaraan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) memiliki tujuan pokok berdasarkan Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja sebagai berikut.

1. Meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan nasional.
2. Menjaga dan menjamin keselamatan setiap pekerja Indonesia, baik di dalam maupun di luar negeri.
3. Untuk menjamin penggunaan yang aman dan efisien dari setiap sumber manufaktur.