



## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Uraian Umum**

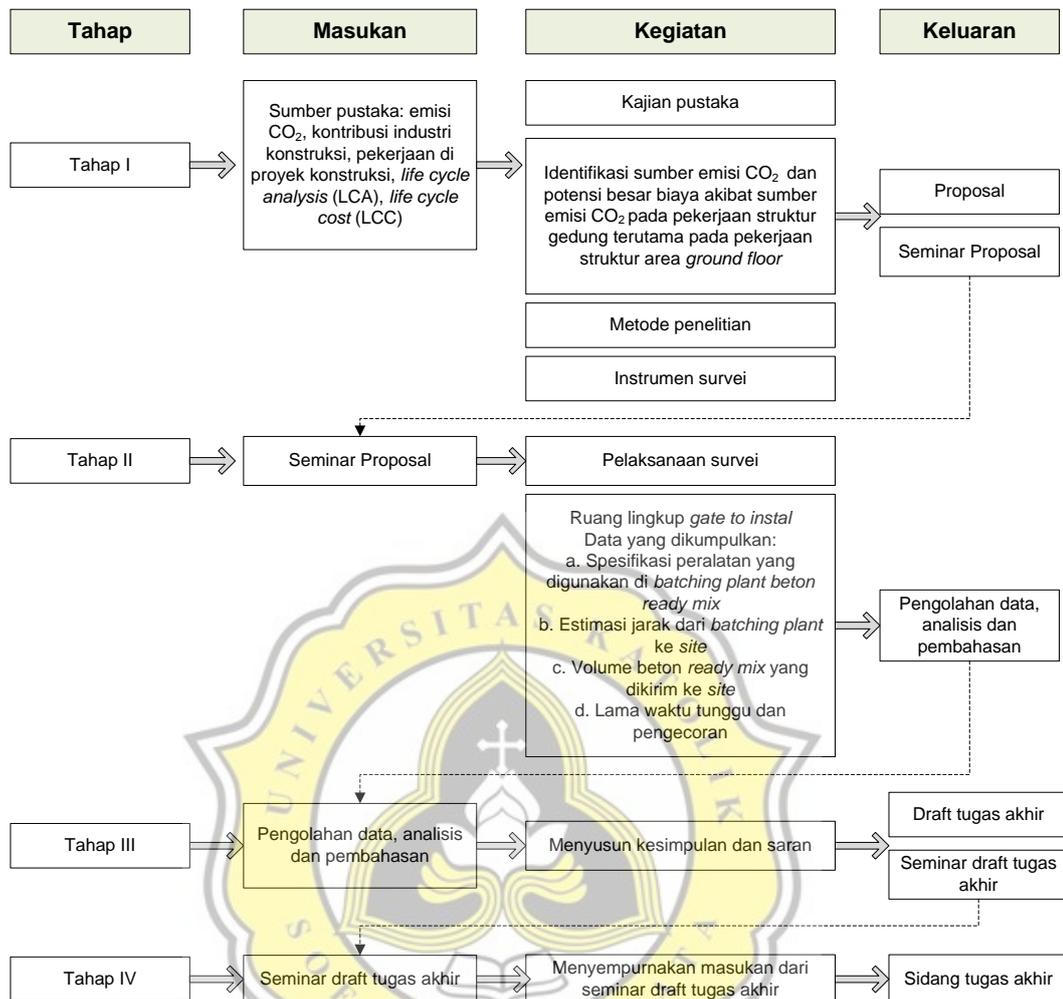
Penelitian ini dibagi menjadi empat tahap, dengan rincian sebagai berikut:

- a. Tahap I, melakukan kajian pustaka dan literatur dari berbagai sumber seperti jurnal yang relevan dengan topik penelitian. Keluaran dari tahap ini adalah proposal. Selanjutnya, proposal diseminarkan guna memperoleh masukan.
- b. Tahap II, setelah seminar proposal maka melakukan survei. Survei dilakukan guna memperoleh data di lapangan. Tahap II mempunyai keluaran pengolahan data, analisis data, dan pembahasan.
- c. Tahap III menyusun draft tugas akhir sampai pada bagian kesimpulan dan saran. Keluaran dari Tahap III adalah seminar *draft*.
- d. Tahap IV adalah tahap akhir guna penyempurnaan hasil seminar *draft*. Tahap ini mempunyai keluaran sidang tugas akhir.

Berdasarkan tahapan di atas, maka dapat tahapan metode penelitian ini dapat diperlihatkan seperti pada Gambar 3.1. Pada Gambar 3.1 memperlihatkan empat tahap kegiatan penelitian dengan masing-masing masukan, kegiatan, dan keluarannya. Tahap I merupakan bagian awal dari penelitian ini dengan melakukan kajian pustaka dari berbagai sumber. Keluaran tahap ini adalah proposal dan selanjutnya diseminarkan. Tahap II adalah pelaksanaan survei, dengan keluaran yaitu pengolahan data survei, analisis data, dan pembahasan. Tahap III adalah penyusunan kesimpulan dan saran, dengan keluaran yaitu seminar *draft*. Tahap IV merupakan tahap akhir dari penelitian, yaitu penyempurnaan hasil seminar *draft*, dengan keluarannya sidang tugas akhir. Selanjutnya, berdasarkan Gambar 3.1, maka setiap tahapan dijabarkan secara terinci pada bagian selanjutnya.



## Tugas Akhir

*Life Cycle Assessment dan Life Cycle Cost Pekerjaan Pengecoran Struktur Beton Pada Area Ground Floor (Studi Kasus Pada Proyek X di Semarang)*


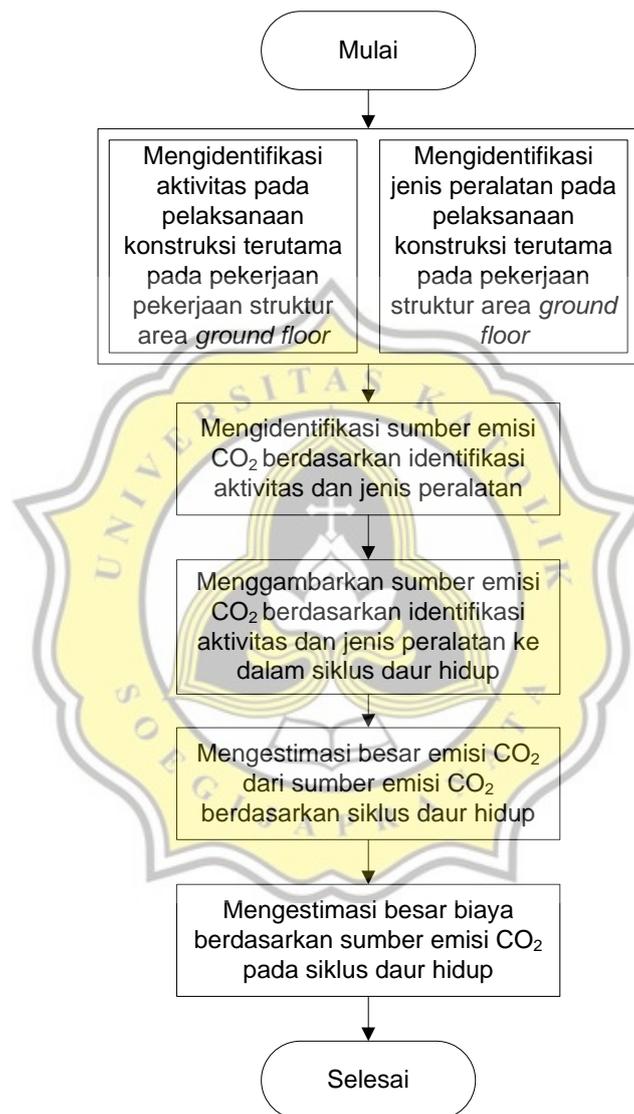
Gambar 3.1 Metode Penelitian

### 3.2. Tahap I (Seminar Proposal)

Tahap I merupakan tahap pengumpulan sumber pustaka yang relevan dengan topik penelitian. Sumber pustaka yang dikumpulkan meliputi konsep tentang emisi CO<sub>2</sub>, pemetaan sumber-sumber emisi CO<sub>2</sub>, industri konstruksi yang berpotensi sebagai kontributor emisi CO<sub>2</sub>, pemodelan emisi CO<sub>2</sub> pada industri konstruksi, *Life Cycle Analysis* (LCA) dan *Life Cycle Cost* (LCC). Setelah melakukan pengumpulan sumber pustaka, dilakukan kajian literatur. Kajian literatur meliputi kajian identifikasi sumber emisi CO<sub>2</sub> yang difokuskan pada pekerjaan struktur konstruksi gedung, estimasi CO<sub>2</sub> pada rantai pasok konstruksi untuk pekerjaan pengecoran struktur beton bertulang, dan identifikasi pengaruh



emisi CO<sub>2</sub> terhadap biaya konstruksi. Rincian tentang konsep emisi CO<sub>2</sub> dan ruang lingkup serta pemodelan penelitian yang telah dilakukan, telah dijabarkan pada Bab 1 dan Bab 2. Selanjutnya, secara skematis, aktivitas yang dilakukan dalam tahap identifikasi dapat diperlihatkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Tahapan Identifikasi Sumber Emisi CO<sub>2</sub> (Sumber: Dikembangkan dari Marshall, dkk., 2012)

Pada Gambar 3.2 diperlihatkan tahapan identifikasi sumber emisi CO<sub>2</sub> dengan rincian sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi aktifitas pada pelaksanaan pekerjaan pengecoran struktur terutama pada area *ground floor* yang meliputi pelat lantai dan kolom.



Identifikasi ini diperlukan untuk mengetahui urutan tahapan pelaksanaan yang akan diperlukan untuk menggambarkan daur hidup. Pada tahap identifikasi ini dilakukan pengamatan urutan aktifitas kegiatan pengecoran yang terdiri dari:

- a.1. Dimulai dari kedatangan *truck ready mix*,
  - a.2. *Truck ready mix* menunggu antrian atau langsung ke lokasi yang berdekatan dengan *tower crane* atau *concrete pump* yang akan digunakan untuk aktifitas pengecoran,
  - a.3. Persiapan *tower crane* atau *concrete pump* yang digunakan untuk pengecoran,
  - a.4. Setiap aktifitas yang dilakukan oleh *truck ready mix*, *tower crane* dan *concrete pump* diidentifikasi.
  - a.5. Apabila aktifitas pengecoran menggunakan *concrete pump*, maka aktifitas terinci yang diidentifikasi adalah penuangan beton ke dalam *hopper* selanjutnya beton didistribusikan ke area pengecoran. Aktifitas terinci tersebut diidentifikasi sehingga diperoleh aktifitas terinci seperti yang diperlihatkan pada Lampiran A.
  - a.6. Apabila aktifitas pengecoran menggunakan *tower crane*, maka aktifitas terinci yang diidentifikasi adalah penuangan beton ke dalam *bucket*, *bucket* terisi diangkat oleh *tower crane*, selanjutnya *tower crane* melakukan manuver atau berputar kemudian menuju titik pengecoran. Apabila beton sudah dituang maka *bucket* akan kembali ke titik keberadaan *truck ready mix*. Setiap aktifitas tersebut diidentifikasi sehingga diperoleh formulir seperti yang diperlihatkan pada Lampiran B.
- b. Tahap berikutnya adalah mengidentifikasi jenis peralatan yang digunakan pada masing-masing aktifitas pada pekerjaan struktur area *ground floor* yang meliputi pelat lantai dan kolom. Pada tahap ini, identifikasi dilakukan berdasarkan jenis peralatan yang digunakan pada saat pengecoran pada area *ground floor*. Sehingga, setiap aktifitas pengecoran dicatat ke dalam formulir pada Lampiran A atau Lampiran B.



- c. Selanjutnya, berdasarkan identifikasi aktifitas dan peralatan pada pekerjaan struktur area *ground floor* yang meliputi pelat lantai dan kolom, maka diidentifikasi dari setiap aktifitas tersebut yang diindikasikan sebagai sumber emisi CO<sub>2</sub>. Identifikasi ini dilakukan dengan mengamati aktifitas pengecoran dari penggunaan beberapa peralatan yang berbahan bakar solar dan listrik. Rincian yang diidentifikasi pada tahap ini adalah mencatat durasi pengecoran pada setiap aktifitas terinci yang terdapat pada Lampiran A dan Lampiran B. Pencatatan durasi dilakukan dengan menggunakan *stopwatch* pada setiap aktifitas pengecoran.
- d. Sumber-sumber emisi CO<sub>2</sub> digambarkan dalam bentuk siklus daur hidup. Setelah memperoleh sumber emisi CO<sub>2</sub> dari point c, maka setiap sumber emisi CO<sub>2</sub> digambarkan dalam bentuk notasi. Selanjutnya digambarkan dalam diagram secara berurutan berdasarkan aktifitas terinci seperti yang diuraikan pada point a.
- e. Apabila daur hidup telah digambarkan, maka tahap berikutnya adalah mengestimasi besar emisi CO<sub>2</sub> dari masing-masing sumber emisi CO<sub>2</sub>. Besar emisi CO<sub>2</sub> dari masing-masing sumber emisi CO<sub>2</sub> diestimasi dengan menggunakan persamaan yang dijabarkan pada Subbab 3.3.
- f. Tahap akhir adalah mengestimasi besar biaya dari masing-masing sumber emisi CO<sub>2</sub>. Estimasi besar biaya dari masing-masing sumber emisi CO<sub>2</sub> ditentukan setelah point e diketahui. Selanjutnya total sumber emisi CO<sub>2</sub> dikalikan dengan harga satuan biaya bahan bakar yang digunakan oleh masing-masing jenis peralatan yang digunakan pada saat pekerjaan pengecoran.

Untuk mendukung dilakukannya penelitian, maka diperlukan penyusunan instrumen survei berupa formulir yang berisi data-data yang dibutuhkan saat survei. Formulir survei diperlihatkan pada Lampiran A dan Lampiran B. Setelah penyusunan instrumen survei, dilanjutkan dengan penyusunan metode penelitian.



### 3.3. Tahap II (Pengambilan Data, Pengolahan Data, Analisis Data, dan Pembahasan)

Tahap II dilakukan dengan tujuan mendapatkan data primer dan sekunder pada pekerjaan pelaksanaan konstruksi gedung. Pengambilan data dilakukan pada pekerjaan struktur struktur area *ground floor* yang sedang berlangsung di bagian pelat lantai dan kolom. Data-data yang dikumpulkan adalah:

- a. Alat yang digunakan dan lama penggunaan selama proses produksi *ready mix* di *batching plant*,
- b. Jarak dari *batching plant* ke *site* dan *site* ke *batching plant*,
- c. Volume *ready mix* yang dikirim ke *site*,
- d. Spesifikasi *truck mixer* dan jumlah bahan bakar yang digunakan,
- e. Lama waktu tunggu *truck mixer* selama proses pengecoran,
- f. Waktu yang dibutuhkan *concrete pump* dan *tower crane* selama proses pengecoran,
- g. Spesifikasi *concrete pump* dan *tower crane*,

Setelah data-data yang dibutuhkan terkumpul, maka dilakukan pengolahan data dan analisis menggunakan formula. Besar emisi CO<sub>2</sub> dari masing-masing tahapan, diestimasi dengan formula matematis yang dikembangkan oleh Hermawan, dkk (2013). Formula matematis tersebut dapat diperlihatkan sebagai berikut:

Emisi CO<sub>2</sub> diestimasi menggunakan model formula matematika yang diformulasikan. Estimasi dibagi menjadi tiga bagian:

$$E_T = E_{BP} + E_{RPBM} + E_{TCP} + E_{TTC} \dots\dots\dots (3.1)$$

(Sumber: Hermawan, 2017)

Keterangan:

$E_T$	= emisi CO <sub>2</sub> total pada pelaksanaan pekerjaan struktur beton bertulang pada area <i>ground floor</i> untuk konstruksi bangunan tingkat tinggi	(kg.CO <sub>2</sub> )
$E_{BP}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan oleh mesin produksi di <i>batching plant</i>	(kg.CO <sub>2</sub> )
$E_{RPBM}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan oleh rantai pasok beton <i>ready mix</i>	(kg.CO <sub>2</sub> )
$E_{TCP}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan oleh model <i>tower crane</i> (TC)	(kg.CO <sub>2</sub> )
$E_{TTC}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan oleh model <i>concrete pump</i> (CP)	(kg.CO <sub>2</sub> )



Berdasarkan persamaan di atas, maka dikembangkan model formula matematika untuk mengestimasi emisi CO<sub>2</sub> yang meliputi: (a) mesin produksi di *batching plant*, (b) rantai pasok beton *ready mix*, (c) model CP, (d) model TC.

a. Model formula matematika untuk mesin produksi di *batching plant*

Dengan adanya keterbatasan tersedianya faktor emisi CO<sub>2</sub> moda transportasi maka digunakan beberapa asumsi. Faktor emisi dinyatakan dalam satuan emisi per unit energi yang dikonsumsi (kg.CO<sub>2</sub>/gal) seperti diperlihatkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Daftar Asumsi yang Digunakan Untuk Estimasi Emisi CO<sub>2</sub> Pada Rantai Pasok Konstruksi.

Faktor yang diasumsikan	Notasi untuk faktor yang diasumsikan	Besaran faktor yang diasumsikan	Sumber
Faktor penggunaan bahan bakar untuk moda transportasi bermesin diesel	M	0,04 gal/Hp.Hr	Peurifoy dan Oberlender, 1999
Faktor emisi CO <sub>2</sub> bahan bakar solar	FE <sub>BB</sub>	74.100 kg.CO <sub>2</sub> /TJ	Boer, dkk., 2012
Faktor emisi CO <sub>2</sub> bahan bakar solar	FE <sub>BB</sub>	10,85 kg.CO <sub>2</sub> /gal	Konversi satuan berdasarkan <a href="http://www.convertunits.com">www.convertunits.com</a> (1 TJ = 6.825,006825 gal)

Konversi faktor emisi CO<sub>2</sub> bahan bakar solar:

$$\frac{74.100 \text{ kg.CO}_2}{6.825,006825} = 10,85 \text{ kg.CO}_2/\text{gal}$$

(Sumber: [www.convertunits.com](http://www.convertunits.com))

Persamaan 3.2. memperlihatkan formula matematika yang digunakan untuk mengestimasi jumlah CO<sub>2</sub> pada mesin produksi di *batching plant*.

$$E_{BP} = P_t \cdot t_m \cdot M \cdot FE_{BB} \dots \dots \dots (3.2)$$

(Sumber: Hermawan, 2017)

Keterangan:

- E<sub>BP</sub> = emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan mesin produksi di *batching plant* (kg.CO<sub>2</sub>)
- P<sub>t</sub> = kapasitas mesin (HP)
- T<sub>t</sub> = waktu tunggu (jam)
- M = faktor penggunaan bahan bakar untuk moda transportasi bermesin diesel (0,04 gal/Hp.Hr)



b. Model formula matematika untuk rantai pasok beton *ready mix*

Penggunaan bahan bakar berupa batu bara, *industrial diesel oil*, ataupun bahan bakar alternatif guna menciptakan energi panas untuk pembakaran klinker ataupun *truck ready mix* (TRM) hingga sampai ke lokasi proyek dan kembali lagi ke *batching plant*. Nilai emisi CO<sub>2</sub> pada penggunaan bahan bakar dapat dihitung dengan Persamaan 3.3.

$$E_{RPBM} = P_k \cdot t_k \cdot M \cdot FE_{BB} \dots\dots\dots (3.3)$$

(Sumber: Hermawan, 2017)

Keterangan:

$E_{RPBM}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan oleh rantai pasok beton <i>ready mix</i>	(kg.CO <sub>2</sub> )
$P_k$	= kapasitas mesin TRM	(HP)
$t_k$	= waktu tempuh TRM	(jam)
$M$	= faktor penggunaan bahan bakar untuk moda transportasi bermesin diesel	(0,04 gal/HP.Hr)
$FE_{BB}$	= faktor emisi CO <sub>2</sub> bahan bakar solar	(10,85 kg.CO <sub>2</sub> /gal)

c. Model formula matematika untuk model CP

$$E_{TCP} = E_{TM.1} + E_{TM.2} + E_{TCP.1} \dots\dots\dots (3.4)$$

(Sumber: Hermawan, 2017)

Keterangan:

$E_{TCP}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan oleh model CP	(kg.CO <sub>2</sub> )
$E_{TM.1}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan dari waktu tunggu TRM	(kg.CO <sub>2</sub> )
$E_{TM.2}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan dari waktu manuver TRM	(kg.CO <sub>2</sub> )
$E_{TCP.1}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan dari waktu beton dituang ke dalam <i>hopper</i> dan di pompa	(kg.CO <sub>2</sub> )

Formula estimasi emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari waktu beton dituang ke dalam *hopper* dan di pompa diperlihatkan pada Persamaan 3.5:

$$E_{TCP.1} = P_{CP} \cdot t_{CP.1} \cdot M \cdot FE_{BB} \dots\dots\dots (3.5)$$

(Sumber: Hermawan, 2017)

Keterangan:

$E_{TCP.1}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan dari waktu beton dituang ke dalam <i>hopper</i> dan di pompa	(kg.CO <sub>2</sub> )
$P_{CP}$	= kapasitas mesin CP	(HP)
$t_{CP.1}$	= waktu beton dituang ke dalam <i>hopper</i> dan di pompa	(jam)
$M$	= faktor penggunaan bahan bakar untuk moda transportasi bermesin diesel	(0,04 gal/HP.Hr)
$FE_{BB}$	= faktor emisi bahan bakar solar	(10, 85 kg.CO <sub>2</sub> /gal)



Jumlah biaya tagihan listrik dan bahan bakar yang dianggarkan proyek dan *batching plant*, kemudian dibandingkan dengan realisasi biaya yang dikeluarkan oleh proyek dan *batching plant*. Hal ini mengindikasikan semakin besar bahan bakar dan konsumsi listrik, maka emisi CO<sub>2</sub> dan jumlah biaya konstruksi akan meningkat.

d. Model formula matematika untuk model TC

Asumsi yang digunakan untuk mengestimasi besar emisi CO<sub>2</sub> pada model TC dapat diperlihatkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Daftar Asumsi yang Digunakan Untuk Estimasi Emisi CO<sub>2</sub> Pada Pelaksanaan Operasi Pengecoran Struktur Beton Bertulang

Faktor yang diasumsikan	Notasi untuk faktor yang diasumsikan	Besaran faktor yang diasumsikan	Sumber
Waktu tunggu mesin diesel	$k_t$	0,3	Lewis, dkk 2012
Emisi bahan bakar listrik	FEL	0,842 kg.CO <sub>2</sub> /kW jam	Surat Penyampaian Faktor Emisi GRK Subsektor Ketenagalistrikan, 2016

Formula matematika untuk model TC diperlihatkan pada Persamaan 3.6:

$$E_{TC} = E_{TM.1} + E_{TM.2} + E_{TM.3} + E_{TC.1} + E_{TC.2} + E_{TC.3} + E_{TC.4} + E_{TC.5} \dots \dots \dots (3.6)$$

(Sumber: Hermawan, 2017)

Keterangan:

$E_{TC}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan oleh model TC	(kg.CO <sub>2</sub> )
$E_{TM.1}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan dari waktu tunggu TRM	(kg.CO <sub>2</sub> )
$E_{TM.2}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan dari waktu manuver TRM	(kg.CO <sub>2</sub> )
$E_{TM.3}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan dari waktu muat beton ke <i>bucket</i>	(kg.CO <sub>2</sub> )
$E_{TC.1}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan dari waktu angkat <i>bucket</i>	(kg.CO <sub>2</sub> )
$E_{TC.2}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan dari waktu manuver dalam kondisi <i>bucket</i> terisi	(kg.CO <sub>2</sub> )
$E_{TC.3}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan dari waktu pengecoran	(kg.CO <sub>2</sub> )
$E_{TC.4}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan dari waktu manuver dalam kondisi <i>bucket</i> kosong	(kg.CO <sub>2</sub> )
$E_{TC.5}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan dari waktu TC kembali ke posisi pengisian <i>bucket</i>	(kg.CO <sub>2</sub> )

Selanjutnya masing-masing variabel yang terdapat di dalam Persamaan 3.6 dijabarkan sebagai berikut:



d.1. Formula matematika estimasi emisi CO<sub>2</sub> waktu tunggu TRM ( $E_{TM.1}$ )

$$E_{TM.1} = (P_t \cdot t_t \cdot M \cdot FE_{BB}) \cdot k_t \dots\dots\dots (3.7)$$

(Sumber: Hermawan, 2017)

Keterangan:

- $E_{TM.1}$  = emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari waktu tunggu TRM (kg.CO<sub>2</sub>)
- $P_t$  = kapasitas mesin TRM (HP)
- $t_t$  = waktu tunggu TRM (jam)
- $M$  = faktor penggunaan bahan bakar untuk moda transportasi bermesin diesel (0,04 gal/Hp.Hr)
- $FE_{BB}$  = faktor emisi bahan bakar solar (10, 85 kg.CO<sub>2</sub>/gal)
- $k_t$  = faktor waktu tunggu mesin diesel (0,3)

d.2. Formula matematika estimasi emisi CO<sub>2</sub> waktu manuver ( $E_{TM.2}$ )

$$E_{TM.2} = P_t \cdot t_m \cdot M \cdot FE_{BB} \dots\dots\dots (3.8)$$

(Sumber: Hermawan, 2017)

Keterangan:

- $E_{TM.2}$  = emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari waktu manuver TRM (kg.CO<sub>2</sub>)
- $P_t$  = kapasitas mesin TRM (HP)
- $t_m$  = waktu manuver TRM (jam)
- $M$  = faktor penggunaan bahan bakar untuk moda transportasi bermesin diesel (0,04 gal/Hp.Hr)
- $FE_{BB}$  = faktor emisi bahan bakar solar (10, 85 kg.CO<sub>2</sub>/gal)

d.3. Formula matematika estimasi emisi CO<sub>2</sub> waktu muat beton ke *bucket* ( $E_{TM.3}$ )

$$E_{TM.3} = P_t \cdot t_b \cdot M \cdot FE_{BB} \dots\dots\dots (3.9)$$

(Sumber: Hermawan, 2017)

Keterangan:

- $E_{TM.3}$  = emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari waktu muat beton ke *bucket* (kg.CO<sub>2</sub>)
- $P_t$  = kapasitas mesin TRM (HP)
- $t_b$  = waktu muat beton ke *bucket* (jam)
- $M$  = faktor penggunaan bahan bakar untuk moda transportasi bermesin diesel (0,04 gal/Hp.Hr)
- $FE_{BB}$  = faktor emisi bahan bakar solar (10, 85 kg.CO<sub>2</sub>/gal)

d.4. Formula matematika estimasi emisi CO<sub>2</sub> waktu angkat *bucket* ( $E_{TC.1}$ )

$$E_{TC.1} = P_{TC} \cdot t_{TC.1} \cdot FE_L \dots\dots\dots (3.10)$$

(Sumber: Hermawan, 2017)



## Tugas Akhir

*Life Cycle Assessment dan Life Cycle Cost Pekerjaan Pengecoran Struktur Beton Pada Area Ground Floor (Studi Kasus Pada Proyek X di Semarang)*

dengan:

$E_{TC.1}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan dari waktu angkat <i>bucket</i>	(kg.CO <sub>2</sub> )
$P_{TC}$	= kapasitas mesin TC	(HP)
$t_{TC.1}$	= waktu angkat <i>bucket</i>	(jam)
$FE_L$	= faktor emisi listrik untuk Jawa Madura Bali	(0,842 kg.CO <sub>2</sub> /kW jam)

d.5. Formula matematika estimasi emisi CO<sub>2</sub> waktu manuver dalam kondisi *bucket* terisi ( $E_{TC.2}$ )

$$E_{TC.2} = P_{TC} \cdot t_{TC.2} \cdot FE_L \dots\dots\dots(2.11)$$

(Sumber: Hermawan, 2017)

Keterangan:

$E_{TC.2}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan dari waktu manuver dalam kondisi <i>bucket</i> terisi	(kg.CO <sub>2</sub> )
$P_{TC}$	= kapasitas mesin TC	(HP)
$t_{TC.2}$	= waktu manuver dalam kondisi <i>bucket</i> terisi	(jam)
$FE_L$	= faktor emisi listrik untuk Jawa Madura Bali	(0,842 kg.CO <sub>2</sub> /kW jam)

d.6. Formula matematika estimasi emisi CO<sub>2</sub> waktu pengecoran ( $E_{TC.3}$ )

$$E_{TC.3} = P_{TC} \cdot t_{TC.3} \cdot FE_L \dots\dots\dots(2.12)$$

(Sumber: Hermawan, 2017)

dengan:

$E_{TC.3}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan dari waktu pengecoran	(kg.CO <sub>2</sub> )
$P_{TC}$	= kapasitas mesin TC	(HP)
$t_{TC.3}$	= waktu pengecoran	(jam)
$FE_L$	= faktor emisi listrik untuk Jawa Madura Bali	(0,842 kg.CO <sub>2</sub> /kW jam)

d.7. Formula matematika estimasi emisi CO<sub>2</sub> waktu manuver dalam kondisi *bucket* kosong ( $E_{TC.4}$ )

$$E_{TC.4} = P_{TC} \cdot t_{TC.4} \cdot FE_L \dots\dots\dots(3.13)$$

(Sumber: Hermawan, 2017)

Keterangan:

$E_{TC.4}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan dari waktu manuver dalam kondisi <i>bucket</i> kosong	(kg.CO <sub>2</sub> )
$P_{TC}$	= kapasitas mesin TC	(HP)
$t_{TC.4}$	= waktu manuver dalam kondisi <i>bucket</i> kosong	(jam)
$FE_L$	= faktor emisi listrik untuk Jawa Madura Bali	(0,842 kg.CO <sub>2</sub> /kW jam)

d.8. Formula matematika estimasi emisi CO<sub>2</sub> waktu TC kembali ke posisi pengisian *bucket* ( $E_{TC.5}$ )

$$E_{TC.5} = P_{TC} \cdot t_{TC.5} \cdot FE_L \dots\dots\dots(3.14)$$

(Sumber: Hermawan, 2017)



### Tugas Akhir

*Life Cycle Assessment dan Life Cycle Cost* Pekerjaan Pengecoran Struktur Beton Pada Area *Ground Floor* (Studi Kasus Pada Proyek X di Semarang)

#### Keterangan:

$E_{TC.5}$	= emisi CO <sub>2</sub> yang dihasilkan dari waktu TC kembali ke posisi pengisian <i>bucket</i>	(kg.CO <sub>2</sub> )
$P_{TC}$	= kapasitas mesin TC	(HP)
$t_{TC.5}$	= waktu TC kembali ke posisi pengisian <i>bucket</i>	(jam)
$FE_L$	= faktor emisi listrik untuk Jawa Madura Bali	(0,842 kg.CO <sub>2</sub> /kW jam)

Besarnya estimasi emisi CO<sub>2</sub> dibandingkan dengan estimasi biaya yang dikeluarkan selama siklus pekerjaan pengecoran. Perbandingan tersebut akan memperlihatkan pengaruh signifikan emisi CO<sub>2</sub> terhadap keseluruhan biaya konstruksi pekerjaan pengecoran.

#### 3.4. Tahap III (Seminar *Draft* Tugas Akhir)

Tahap III merupakan penyusunan bagian akhir dari penelitian ini yaitu kesimpulan dan saran. Kesimpulan merupakan pernyataan hasil analisis, pembahasan serta temuan yang membedakan dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Selain itu, kesimpulan berisi jawaban atas pertanyaan yang diuraikan pada bagian rumusan masalah dan tujuan yang telah disebutkan pada bagian awal.

Saran dituliskan dengan tujuan untuk memberikan rekomendasi yang diberikan oleh peneliti yang bertujuan untuk pengembangan ilmu pengetahuan berhubungan dengan bidang studi yang telah diteliti. Keluaran dari tahap ini adalah seminar *draft* tugas akhir.

#### 3.5. Tahap IV (Sidang Tugas Akhir)

Tahap ini merupakan tahap akhir yang dilakukan setelah *draft* tugas akhir. Masukan dan saran dari seminar *draft* tugas akhir harus diselesaikan sebelum sidang tugas akhir. Masukan dan saran tersebut dilakukan agar laporan tugas akhir menjadi lebih baik sehingga laporan tugas akhir dapat menjadi rujukan bagi penelitian yang akan datang.