



BAB 1 PENDAHULUAN

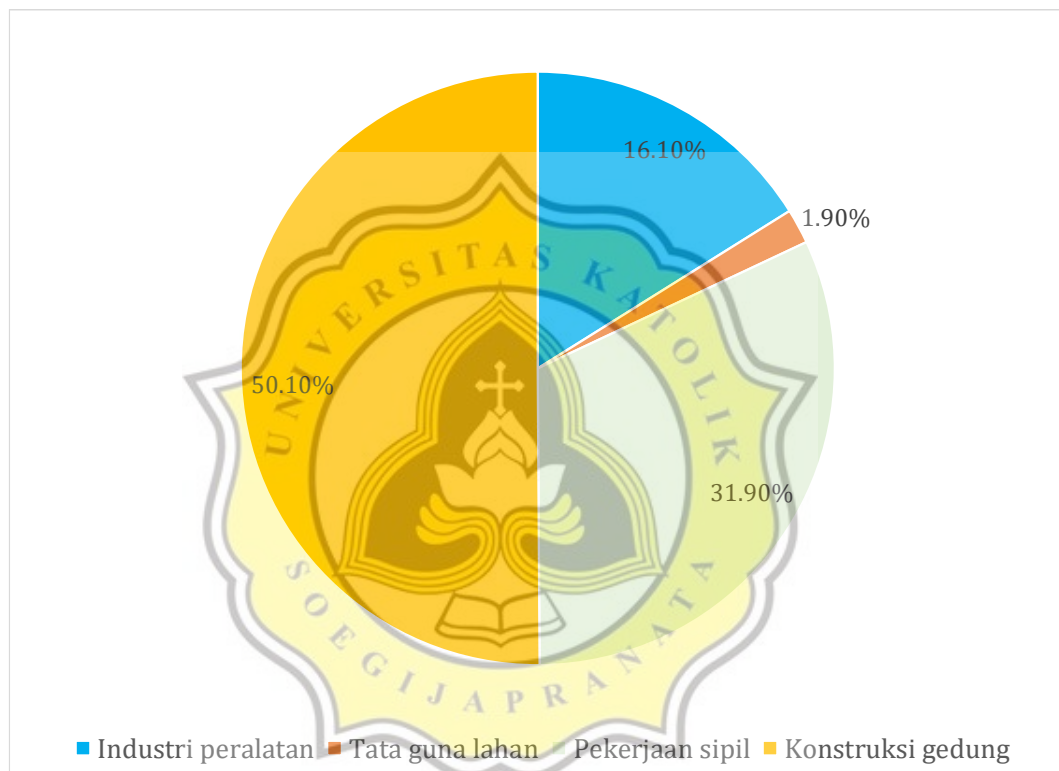
1.1 Latar Belakang

Salah satu jenis proyek konstruksi yang menggunakan energi dan material dalam jumlah besar adalah gedung. Berdasarkan penelitian sebelumnya, jumlah total energi yang digunakan oleh jenis proyek konstruksi selain gedung berkisar antara 25% sampai dengan 40% dari total energi yang digunakan (Ryghaug dan Sørensen, 2009; Basbagill, dkk., 2013; Hong, 2014; Chou dan Yeh, 2015). Dampak penggunaan energi dalam jumlah besar adalah adanya sejumlah emisi gas rumah kaca yang dilepas ke atmosfer. Menurut Samiaji (2011), efek rumah kaca mengakibatkan pemanasan global yang dapat mengubah keadaan yang ada di bumi. Pemanasan global merupakan salah satu indikasi dari perubahan iklim. Selanjutnya, perubahan iklim menyebabkan terjadinya pergeseran musim hujan dan kemarau, curah hujan, dan suhu.

Menurut Basbagill, dkk., (2013) menyatakan bahwa jumlah emisi gas rumah kaca yang dilepas ke atmosfer berkisar antara 33% sampai 38%. Selanjutnya, Chou dan Yeh, (2015) menyatakan diperlukan kepedulian terhadap peningkatan gas rumah kaca, khususnya emisi karbon dioksida (CO₂). Kondisi ini merupakan representasi yang terjadi di Cina, bahwa kebutuhan hunian yang sangat tinggi berpotensi meningkatnya emisi CO₂ karena kebutuhan energi yang sangat besar. Menurut Pachauri dan Resinger (2007) di dalam Oh, dkk., (2016) menyatakan bahwa pada tahun 2004 diestimasi jumlah total emisi CO₂ berkisar 77% dari total efek gas rumah kaca. Selanjutnya, setiap tahunnya emisi CO₂ kecenderungan meningkat kurang lebih 80% sejak tahun 1970. Kondisi ini menjadi isu yang krusial terhadap lingkungan (Wiedmann dan Minx, 2008). Oleh karena itu, kondisi ini menjadi tantangan bagi para pengambil kebijakan khususnya di dalam industri konstruksi. Tantangan tersebut dapat direspon dalam bentuk mengevaluasi dan menganalisis kontribusi emisi CO₂ dari masing-masing industri (Zhao, dkk., 2016; Ali, dkk., 2017).



Salah satu contoh pemetaan kontribusi dari beberapa sektor yang diindikasikan sebagai sumber emisi CO₂, telah dilakukan di Korea pada tahun 2008. Besaran sumber emisi CO₂ dari masing-masing sektor meliputi tata guna lahan (*landscaping*) sebesar 1,9%; industri peralatan sebesar (16,1%); pekerjaan sipil sebesar 31,9% dan konstruksi gedung sebesar 50,1%. Kontribusi dari masing-masing sektor tersebut dapat diperlihatkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Kontribusi Emisi CO₂ Pada Beberapa Sektor Industri di Korea (Sumber: Jeong, dkk., 2012)

Pada Gambar 1.1, dapat diperlihatkan bahwa pekerjaan sipil dan konstruksi gedung yang merupakan bagian dari industri konstruksi mempunyai kontribusi yang signifikan. Hal ini memberikan sebuah indikasi bahwa industri konstruksi seharusnya mendapatkan skala prioritas untuk didorong mereduksi emisi CO₂, karena kontribusinya sangat besar terhadap lingkungan. Sebagai kontributor terbesar, maka salah satu usaha yang perlu diperhatikan adalah penggunaan material konstruksi (Dimoudi dan Tompa, 2008; Jeong, dkk., 2012).



Menurut Oh, dkk., (2016), sumber emisi CO₂ pada konstruksi gedung dapat dibagi menjadi beberapa fase atau tahapan. Fase tersebut meliputi fase desain dan produksi material, proses pengiriman ke site, fase konstruksi dan fase operasional serta pemeliharaan. Apabila fase-fase tersebut dirangkai menjadi satu, maka akan menjadi satu siklus yang disebut *life cycle* atau daur hidup konstruksi. Setiap fase tersebut mempunyai besaran kontribusi emisi CO₂ yang berbeda-beda. Menurut Suzuki dkk., (1995) menyatakan bahwa kontribusi terbesar pada konstruksi gedung adalah pada fase operasional dan pemeliharaan yang besarnya berkisar 67,9%. Selanjutnya adalah fase desain dan produksi material sebesar 28,6%. Fase konstruksi mempunyai kontribusi sebesar 3,2%. Fase operasional dan pemeliharaan mempunyai kontribusi yang sangat besar, karena diindikasikan adanya sejumlah penggunaan energi yang besar dari beberapa peralatan seperti *air conditioning* (AC). Meskipun kontribusi emisi CO₂ pada fase desain dan produksi material serta fase konstruksi tidak sebesar pada fase desain dan produksi material, namun fase tersebut harus menjadi skala prioritas dalam mereduksi emisi CO₂ yang berasal dari konstruksi gedung.

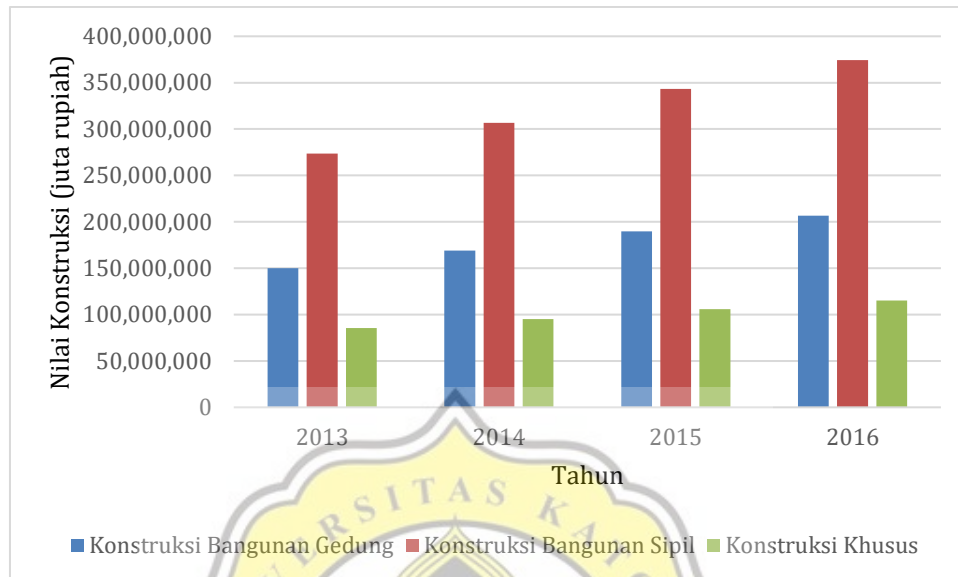
Berdasarkan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2016) di dalam Birgitta dan Handoyo (2018) dinyatakan bahwa emisi CO₂ terbesar yang dihasilkan Indonesia pada sektor industri adalah 151,98 juta ton. Jumlah emisi CO₂ pada tahun 2012 ini terhitung meningkat pesat, apabila dibandingkan dengan tahun 2000 sebesar 82,86 juta ton. Peningkatan emisi CO₂ ini berkaitan dengan kemajuan Indonesia sebagai negara berkembang. Salah satu ciri negara berkembang adalah pertumbuhan nilai proyek konstruksi memiliki kecenderungan meningkat. Hal ini dapat diperlihatkan pada Gambar 1.2. Pada Gambar 1.2 dapat diperlihatkan secara rinci tipologi proyek konstruksi. Tipologi tersebut didasarkan pada pembagian yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik (BPS). Tipe proyek konstruksi bangunan gedung dari tahun 2014-2016 memperlihatkan tren yang terus meningkat. Nilai konstruksi bangunan gedung tidak sebesar nilai konstruksi konstruksi bangunan sipil. Namun demikian, menurut data yang diterbitkan oleh *Council on Tall Buildings and Urban Habitat* (CTBUH) pertumbuhan konstruksi



Tugas Akhir

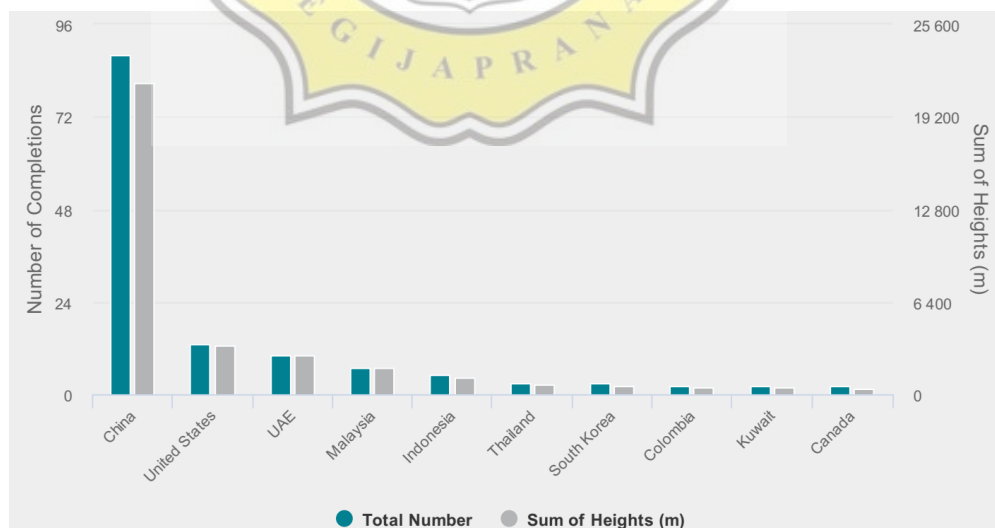
Life Cycle Assessment dan Life Cycle Cost Pekerjaan Pengecoran Struktur Beton Pada Area Ground Floor (Studi Kasus Pada Proyek X di Semarang)

bangunan gedung tingkat tinggi di Indonesia sangat signifikan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.3.



Gambar 1.2 Nilai Konstruksi yang Diselesaikan Menurut Jenis Pekerjaan (juta rupiah) (Sumber: Birgitta dan Handoyo, 2018).

Selanjutnya, data yang diperoleh dari CTBUH, dapat diperlihatkan pada Gambar 1.3 terkait dengan beberapa data pertumbuhan konstruksi bangunan tingkat tinggi di beberapa negara yang diselesaikan pada tahun 2018.



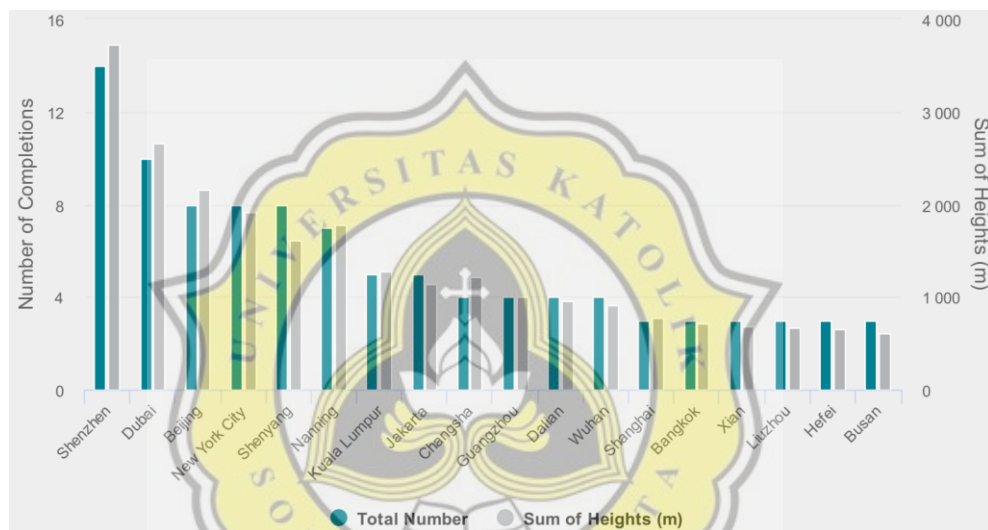
Gambar 1.3 Pertumbuhan Konstruksi Bangunan Tingkat Tinggi di Beberapa Negara yang Telah Diselesaikan Pada Tahun 2018 (Sumber: Diunduh dari situs internet: <http://www.skyscrapercenter.com/year-in-review/2018>, pada 25 April 2020 pukul 10.00 WIB)



Tugas Akhir

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

Pada Gambar 1.3. dapat diperlihatkan bahwa Indonesia merupakan salah satu negara yang mempunyai pertumbuhan konstruksi bangunan tingkat tinggi di dunia. Hal ini dapat diperlihatkan bahwa Indonesia berada di posisi ke-3 setelah Malaysia. Jumlah bangunan tingkat tinggi yang diselesaikan pada tahun 2018 sebanyak lima. Jumlah ketinggian bangunan di Indonesia yang diselesaikan pada tahun 2018 berkisar 1.135 m. Selanjutnya, pembagian lebih rinci juga dilakukan oleh CTBUH berdasarkan kota besar di masing-masing negara. Pembagian tersebut dapat diperlihatkan pada Gambar 1.4.

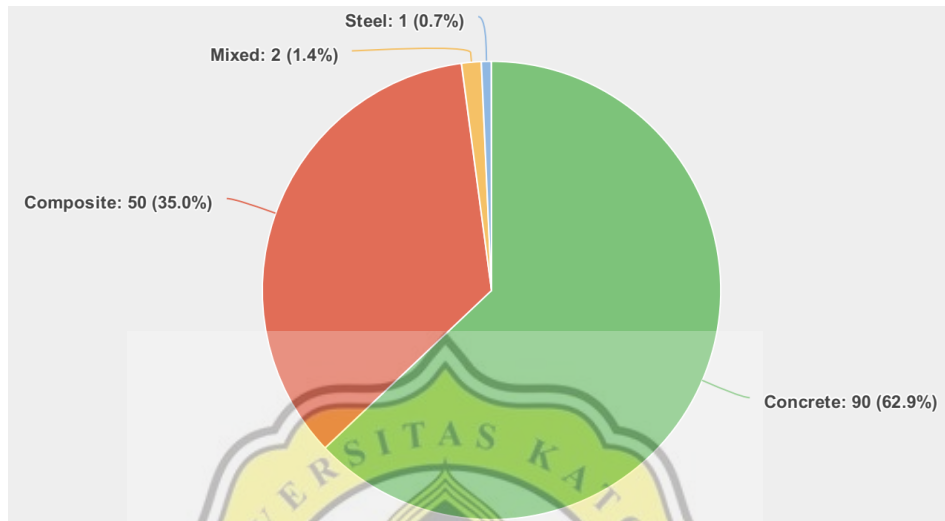


Gambar 1.4 Pertumbuhan Konstruksi Bangunan Tingkat Tinggi di Beberapa Kota Besar yang Telah Diselesaikan Pada Tahun 2018 (Sumber: Diunduh dari situs internet: <http://www.skyscrapercenter.com/year-in-review/2018>, pada 25 April 2020 pukul 10.30 WIB)

Pada Gambar 1.4 dapat diperlihatkan bahwa Jakarta sebagai merupakan salah satu kota di dunia yang mempunyai pertumbuhan konstruksi bangunan tingkat tinggi yang signifikan. Jumlah pertumbuhan tersebut adalah lima bangunan tingkat tinggi dan jumlah total ketinggian sebesar 1.135 m telah diselesaikan. Selanjutnya, pembagian dari pertumbuhan konstruksi bangunan tingkat tinggi dapat dikelompokkan jenis penggunaan material. Jenis material yang digunakan terdiri dari tiga yaitu baja, beton, komposit dan kombinasi ketiga material tersebut. Jenis material yang paling banyak digunakan pada konstruksi bangunan tingkat tinggi berkisar 62,9%. Selanjutnya, komposit yang besarnya berkisar 35%. Penggunaan material baja pada konstruksi bangunan tingkat tinggi berkisar 0,7%.



Terakhir adalah campuran antara beton, baja dan komposit yang besarnya berkisar 1,4%. Persentase masing-masing penggunaan material tersebut dapat diperlihatkan pada Gambar 1.5.



Gambar 1.5 Persentase Penggunaan Material Pada Konstruksi Bangunan Tingkat Tinggi yang Telah Diselesaikan Pada Tahun 2018 (Sumber: Diunduh dari situs internet: <http://www.skyscrapercenter.com/year-in-review/2018>, pada 25 April 2020 pukul 11.30 WIB)

Berdasarkan uraian di atas, dapat diperlihatkan bahwa peningkatan jumlah konstruksi gedung khususnya bangunan tingkat tinggi mempunyai kecenderungan terus meningkat. Selain itu, persentase terbesar penggunaan material pada konstruksi tersebut adalah beton. Hal ini dapat berpotensi menyebabkan meningkatnya emisi CO₂. Oleh karena itu diperlukan instrumen yang dapat memberikan informasi pemetaan sumber emisi CO₂. Salah satu instrumen yang dapat digunakan untuk menganalisis sumber emisi CO₂ adalah *life cycle analysis* (LCA).

Life cycle analysis (LCA) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengevaluasi derajat dampak terhadap lingkungan akibat dari sebuah produk atau jasa yang dihasilkan oleh sebuah kegiatan (Ortiz, dkk., 2010). *Life cycle analysis* (LCA) dapat digunakan untuk mengkuantifikasi besarnya sumber emisi CO₂, besarnya penggunaan energi dari masing-masing fase (Bilec, dkk., 2010; Brocklesby dan Davison, 2000; Hong, dkk., 2012; Park dan Hong, 2011).



Dalam perkembangannya, analisis yang dilakukan bukan hanya pada besaran emisi CO₂ yang dibuang ataupun besaran energi yang diperlukan, namun faktor biaya juga diindikasikan menjadi dampak dari besaran emisi CO₂ yang dibuang oleh setiap fase. Menurut Oh, dkk., (2016) ada indikasi bahwa besar emisi CO₂ ada hubungan terhadap besaran biaya. Salah satu komponen terbesar yang diindikasikan sebagai sumber emisi CO₂ terbesar pada konstruksi gedung adalah pekerjaan struktur. Penelitian yang dilakukan oleh Oh, dkk. (2016) memperlihatkan bahwa struktur mempunyai peran penting dalam mereduksi emisi CO₂.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Oh, dkk. (2016) memperlihatkan bahwa besaran emisi CO₂ dan biaya dapat direduksi antara 14,97% sampai dengan 21,05%. Obyek yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah kolom struktur. Berdasarkan uraian diatas, secara makro dapat diperlihatkan bahwa industri konstruksi mempunyai peran penting sebagai sumber emisi CO₂. Pada tingkat meso, tipe-tipe proyek konstruksi yang diindikasikan sebagai sumber emisi CO₂ adalah tipe proyek gedung. Pada level mikro, sumber emisi CO₂ yang diindikasikan signifikan adalah komponen struktur. Komponen struktur merupakan sumber emisi CO₂ yang signifikan, karena hampir semua komponen penyusunnya seperti baja dan semen memang sangat besar emisi CO₂-nya. Oleh karena itu, dengan mengingat bahwa penelitian yang pernah dilakukan berfokus pada berbagai macam variasi komponen struktur terutama di bagian struktur atas, maka penelitian ini dilakukan untuk memetakan besar emisi CO₂ pada pekerjaan struktur yang berada pada area *ground floor*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjabaran di atas, maka rumusan masalah penelitian ini yaitu:

- a. Berapa emisi CO₂ yang dihasilkan pada pekerjaan pengecoran struktur beton di area *ground floor* pada fase pelaksanaan pekerjaan konstruksi gedung?



- b. Bagaimana hubungan antara besar emisi CO₂ dengan biaya pada pekerjaan pengecoran struktur beton di area *ground floor* pada fase pelaksanaan pekerjaan konstruksi gedung?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini yaitu:

- a. Mengetahui besar emisi CO₂ yang dihasilkan pada pekerjaan pengecoran struktur beton di area *ground floor* pada fase pelaksanaan pekerjaan konstruksi gedung.
- b. Mengetahui hubungan antara besar emisi CO₂ dengan biaya pada pekerjaan pengecoran struktur beton di area *ground floor* pada fase pelaksanaan pekerjaan konstruksi gedung.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian dibagi menjadi dua bagian yaitu manfaat teoritis dan manfaat praktis. Manfaat teoritis penelitian ini adalah:

- a. Memberikan gambaran pentingnya pengendalian emisi CO₂ konstruksi gedung pada fase pelaksanaan konstruksi. Fase ini menjadi penting karena sebagai pembentuk daur hidup pada proyek konstruksi.
- b. Menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya guna memetakan sumber dan besar emisi CO₂ pada daur hidup pelaksanaan konstruksi gedung.

Manfaat praktis penelitian ini adalah:

- a. Memberikan pertimbangan bagi para pengguna dan penyedia jasa konstruksi dalam penentuan peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan konstruksi gedung, terutama dalam hal penggunaan bahan bakar setiap peralatan.
- b. Menjadi masukan bagi regulator untuk mendorong pelaksanaan konstruksi berkelanjutan.



1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Jenis emisi yang diestimasi adalah emisi CO₂.
- b. Jenis proyek yang diteliti adalah konstruksi gedung.
- c. Fase daur hidup konstruksi yang ditinjau adalah fase konstruksi pada pelaksanaan pekerjaan struktur area *ground floor* yang meliputi pemasangan pelat lantai dan kolom.
- d. Pelaksanaan struktur area *ground floor* yang meliputi pekerjaan pelat lantai dan kolom.
- e. Emisi CO₂ yang diestimasi mempunyai ruang lingkup pada *gate to install*. Rincian *gate to install* meliputi proses produksi beton *ready mix*, rantai pasok beton *ready mix* dari *batching plant* menuju lokasi proyek, waktu tunggu *truck mixer*, proses pengecoran, hingga kembalinya *truck mixer* ke *batching plant*.
- f. Emisi CO₂ diestimasi melalui lama waktu penggunaan alat berat, jenis bahan bakar, dan alat pendukung lainnya selama proses produksi hingga proses pengecoran beton.
- g. Alat berat yang diamati adalah *truck ready mix*, *concrete pump* dan *tower crane*.

1.6 Kerangka Pikir Penelitian

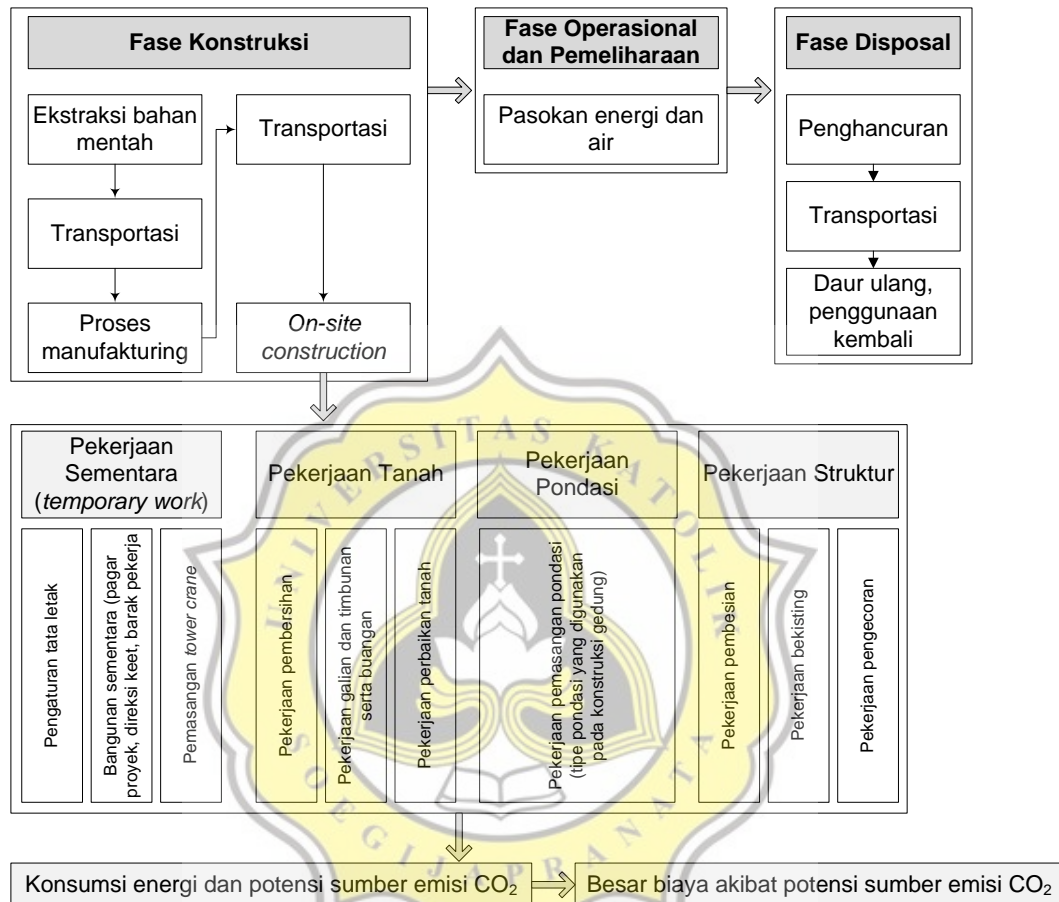
Berdasarkan uraian di atas maka dapat disusun ke dalam kerangka pikir penelitian seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.3. Prinsip dasar daur hidup konstruksi terdiri dari beberapa fase yaitu desain, konstruksi, operasional dan pemeliharaan serta disposal. Setiap bagian berpotensi menjadi sumber emisi CO₂. Salah satu sumber emisi CO₂ adalah fase pelaksanaan konstruksi terutama pada pelaksanaan pekerjaan struktur. Fase ini diindikasikan menjadi sumber emisi CO₂ namun tidak sebesar jika dibanding fase yang lain. Besar dan kecilnya masing-masing emisi CO₂ berbeda-beda. Namun demikian, besar dan kecilnya turut menentukan emisi CO₂ yang akan dihasilkan pada daur hidup tersebut. Dampak dari emisi CO₂ pada



Tugas Akhir

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

setiap fase diindikasikan mempunyai hubungan terhadap biaya. Salah satu instrumen yang dapat digunakan untuk memperlihatkan sumber emisi CO₂ dan besaran biaya adalah *life cycle assessment* dan *life cycle cost*.



Gambar 1.6 Kerangka Pikir Penelitian (Sumber: Dikembangkan dari Hong, dkk., 2014)