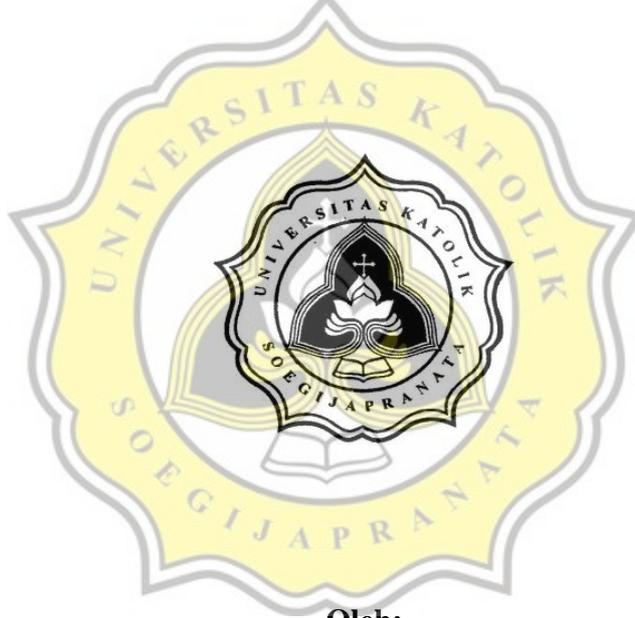


LIFE CYCLE ASSESSMENT DAN LIFE CYCLE COST
PEKERJAAN PENGECORAN STRUKTUR BETON
PADA AREA GROUND FLOOR
(STUDI KASUS PADA PROYEK X DI SEMARANG)

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Universitas Katolik Soegijapranata



Oleh:

BRIGITA TARA LAURENSIA SUHENDRO

NIM: 16.B1.0133

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
Mei 2020

HALAMAN PENGESAHAN



Judul Tugas Akhir: : Life Cycle Assessment Dan Life Cycle Cost Pekerjaan Pengecoran Struktur Beton Pada Area Ground Floor (studi Kasus Pada Proyek X Di Semarang)

Diajukan oleh : Brigita Tara Laurensia Suhendr

NIM : 16.B1.0133

Tanggal disetujui : 10 Mei 2020

Telah setuju oleh

Pembimbing 1 : Dr. Hermawan S.T., M.T.

Pembimbing 2 : Daniel Hartanto S.T., M.T.

Penguji 1 : Dr. Hermawan S.T., M.T.

Penguji 2 : Dr. Ir. Djoko Suwarno M.Si

Penguji 3 : Ir. David Widiyanto M.T.

Ketua Program Studi : Daniel Hartanto S.T., M.T.

Dekan : Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi M.T.

Halaman ini merupakan halaman yang sah dan dapat diverifikasi melalui alamat di bawah ini.

sintak.unika.ac.id/skripsi/verifikasi/?id=16.B1.0133

LEMBAR PENGESAHAN

***LIFE CYCLE ASSESSMENT DAN LIFE CYCLE COST
PEKERJAAN PENGECORAN STRUKTUR BETON
PADA AREA GROUND FLOOR
(STUDI KASUS PADA PROYEK X DI SEMARANG)***

Oleh:
BRIGITA TARA LAURENSIA SUHENDRO
NIM: 16.B1.0133

Telah diperiksa dan disetujui:

Tanggal _____ Tanggal _____

Dosen Pembimbing I
(Dr. Hermawan, S.T., M.T.)

Dosen Pembimbing II
(Daniel Hartanto, S.T, M.T.)

Mengetahui, _____

Dekan Fakultas Teknik
(Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi, MT.)

PRAKATA

Puji syukur penulis kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya sehingga Tugas Akhir yang berjudul *Life Cycle Assessment dan Life Cycle Cost Pekerjaan Pengecoran Struktur Beton Pada Area Ground Floor (Studi Kasus Pada Proyek X di Semarang)* dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas Akhir sebagai salah satu syarat untuk memenuhi salah satu kewajiban mata kuliah yang tercantum dalam kurikulum Prodi Teknik Sipil Unika Soegijapranata.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi, MT., sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata.
2. Daniel Hartanto, ST., MT. sebagai Ketua Progam Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata dan sekaligus sebagai Dosen Pembimbing kedua.
3. Dr. Hermawan, ST., MT., sebagai dosen pembimbing pertama dalam penyusunan tugas akhir.
4. Segenap pimpinan dan staf PT. Urban Pilar Millenial sebagai pemilik Proyek Uptown Mall.
5. Semua pihak yang telah banyak membantu penyusunan tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga tugas akhir ini dapat berguna dan menjadi rujukan pada penelitian selanjutnya.

Semarang, Mei 2020

Penulis

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Katolik Soegijapranata No. 0047/SK.Rek/X/2013 perihal Pernyataan Keaslian Skripsi, Tugas Akhir dan Tesis, maka yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Brigita Tara Laurensia Suhendro

NIM: 16.B1.0133

Sebagai penulis tugas akhir yang berjudul:

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

Menyatakan bahwa tugas akhir merupakan karya akademik yang ditulis oleh penulis, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi lain atau diterbitkan oleh orang lain. Secara tertulis, semua rujukan yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini ditulis dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa tugas akhir ini terdapat sebagian atau seluruhnya merupakan hasil plagiasi, maka penulis menyatakan sanggup menerima segala akibatnya sesuai dengan hukuman dan peraturan yang berlaku di Universitas Katolik Soegijapranata, dan atau peraturan serta perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, Mei 2020



Brigita Tara Laurensia Suhendro
16.B1.0133

KARTU ASISTENSI



FAKULTAS TEKNIK
PROGDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA

KARTU ASISTENSI

016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : Brigita Tara	NIM :
MT Kuliah :	Semester :
Dosen :	Dosen Wali :
Asisten :	
Dimulai :	
Selesai :	Nilai :

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
01	18.04.19	penyusunan Bimbel	
02	25.04.19	penyusunan Bimbel	
03	31.04.19	penyusunan Bimbel	
04	14.05.19	penyusunan Bimbel	
05	28.05.19	penyusunan Bimbel	
06	4.06.19	penyusunan Bimbel	
07	18.06.19	penyusunan Bimbel	
08	2.07.19	penyusunan Bimbel	
09	16.07.19	penyusunan Bimbel	
10	30.07.19	penyusunan Bimbel	
11	13.08.19	penyusunan Bimbel	
12	27.08.19	penyusunan Bimbel	
13	10.09.19	penyusunan Bimbel	
14	24.09.19	penyusunan Bimbel	
15	08.10.19	penyusunan Bimbel	

Semarang,
Dosen/Asisten

KARTU ASISTENSI



FAKULTAS TEKNIK
PROGDI TEKNIK SIPIL
 UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA

**KARTU
 ASISTENSI**

016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : Erlangga Tjitra L.
 MT Kuliah : TA
 Dosen : Daniel Hartanto ST MT
 Asisten :
 Dimulai :
 Selesai :

NIM : 16 81 0133
 Semester :
 Dosen Wali :
 Nilai :

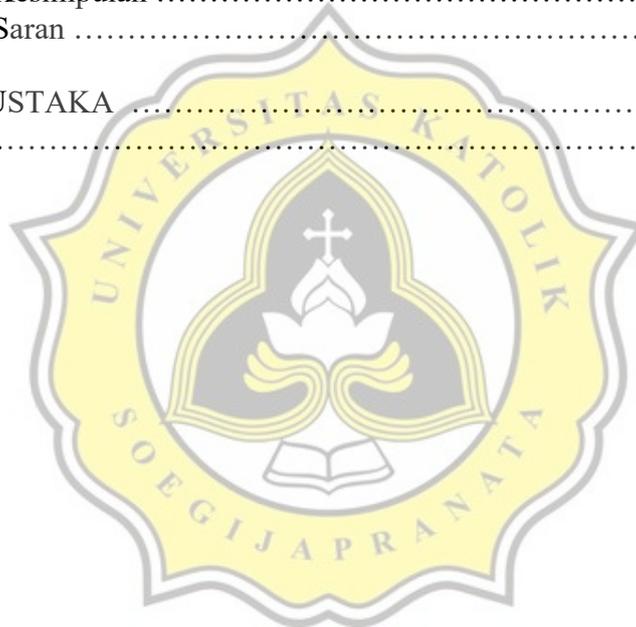
NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	03/1 '20	penelitian awal → formula dit diteliti pada hal 7-15 dan pada hal 20-21/20	
2.	06/1 '20	- baru menyebutkan nama proyeknya? New nama A & B? - tambahkan data referensi	
3.	08/1 '20	- blabla diijud ke seminar proposal	
4.	05/2 '20	- blabla dapat kemit lanjut	
5.	10/3 '20	- Daftar per/ke Daftar isi Daftar refer - pasokan materi	
6.	11/3 '20	Dapat diijud ke seminar ring	
7.	20/4 '20	Pembina /revisi dan seminar ring	
8.	30/4 '20	Blabla diijud Rdang	

Semarang.....
 Dosen/Asisten

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PRAKATA	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KARTU ASISTENSI	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
Bab 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Manfaat Penelitian	8
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	9
1.6 Kerangka Pikir Penelitian	9
Bab 2 TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Analisis Daur Hidup (Life Cycle Analysis)	11
2.2 Model Penelitian Emisi Karbon Dioksida (CO ₂) Pada Industri Manufaktur Material Konstruksi	13
2.3 Model Penelitian Emisi Karbon Dioksida (CO ₂) Pada Proyek Konstruksi	14
2.4 Pelaksanaan Konstruksi Beton Pada Konstruksi Gedung	20
2.5 <i>Life Cycle Cost (LCC) Analysis</i>	24
2.6 <i>Life Cycle Costing CO₂ (LCCCO₂) Analysis</i>	25
Bab 3 METODE PENELITIAN	27
3.1 Uraian Umum	27
3.2 Tahap I (Seminar Proposal)	28
3.3 Tahap II (Pengambilan Data, Pengolahan Data, Analisis Data, dan Pembahasan)	32
3.4 Tahap III (Seminar <i>Draft</i> Tugas Akhir)	38
3.5 Tahap IV (Sidang Tugas Akhir)	38
Bab 4 DATA PENELITIAN	39
4.1 Uraian Umum	39
4.2 Data Penelitian	39
4.3 Manufaktur Konstruksi	40
4.4 Rantai Pasok Konstruksi (<i>Batching Plant</i> ke <i>Site</i>)	41
4.5 Pekerjaan Konstruksi	43

Bab 5	ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	53
5.1	Identifikasi Sumber Emisi CO ₂	53
5.2	Estimasi Besar Emisi CO ₂ Pada Manufaktur Beton <i>Ready Mix</i>	55
5.3	Estimasi Besar Emisi CO ₂ Pada Rantai Pasok Konstruksi (<i>Batching Plant ke Site Project</i>)	56
5.4	Pekerjaan Konstruksi	58
5.5	Analisis Data <i>Life Cycle Costing</i>	63
5.6	Analisis <i>Life Cycle Analysis (LCA)</i>	66
5.7	<i>Life Cycle Costing (LCC)</i>	68
5.8	<i>Life Cycle Costing CO₂</i>	70
Bab 6	KESIMPULAN DAN SARAN	72
6.1	Kesimpulan	72
6.2	Saran	73
	DAFTAR PUSTAKA	74
	Lampiran	L-1



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kontribusi Emisi CO ₂ Pada Beberapa Sektor Industri di Korea.....	2
Gambar 1.2	Nilai Konstruksi yang Diselesaikan Menurut Jenis Pekerjaan	4
Gambar 1.3	Pertumbuhan Konstruksi Bangunan Tingkat Tinggi di Beberapa Negara yang Telah Diselesaikan Pada Tahun 2018	4
Gambar 1.4	Pertumbuhan Konstruksi Bangunan Tingkat Tinggi di Beberapa Kota Besar yang Telah Diselesaikan Pada Tahun 2018	5
Gambar 1.5	Persentase Penggunaan Material Pada Konstruksi Bangunan Tingkat Tinggi yang Telah Diselesaikan Pada Tahun 2018 ...	6
Gambar 1.6	Kerangka Pikir Penelitian	10
Gambar 2.1	Tahapan Pada Analisis Daur Hidup	12
Gambar 2.2	Ruang Lingkup Analisis Daur Hidup	13
Gambar 2.3	LCA dan LCC Pada Pekerjaan Konstruksi	26
Gambar 3.1	Metode Penelitian	28
Gambar 3.2	Tahapan Identifikasi Sumber Emisi CO ₂	29
Gambar 4.1	Denah Zoning Lantai <i>Lower Ground</i> Proyek Uptown Mall ...	44
Gambar 4.2	Posisi Penempatan <i>Tower Crane</i> Proyek Uptown Mall	44
Gambar 5.1	Identifikasi Sumber Emisi CO ₂ Pada Manufaktur Beton <i>Ready Mix</i>	53
Gambar 5.2	Identifikasi Sumber Emisi CO ₂ Pada Pekerjaan Pengecoran Beton Dengan Menggunakan <i>Tower Crane</i>	54
Gambar 5.3	Identifikasi Sumber Emisi CO ₂ Pada Pekerjaan Pengecoran Beton Dengan Menggunakan <i>Concrete Pump</i>	55
Gambar 5.4	Perbandingan hasil estimasi emisi CO ₂ Pada Proyek Uptown Mall Berdasarkan Sumber Emisi CO ₂	66
Gambar 5.5	Jarak PT. SCG Ready Mix Beton Indonesia ke Proyek Uptown Mall	67
Gambar 5.6	Jarak PT. Pionirbeton Industri ke Proyek Uptown Mall.....	67
Gambar 5.7	Jarak PT. Varia Usaha Beton Semarang Utara ke Proyek Uptown Mall	68
Gambar 5.8	Perbandingan Estimasi Biaya Berdasarkan Estimasi Besar Emisi CO ₂ Pada Proyek Uptown Mall	69
Gambar 5.9	Perbandingan Antara LCA dan LCC Pada Proyek Uptown Mall	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Faktor Koversi Emisi Karbon	20
Tabel 3.1	Daftar Asumsi yang Digunakan Untuk Estimasi Emisi CO ₂ Pada Rantai Pasok Konstruksi	33
Tabel 3.2	Daftar Asumsi yang Digunakan Untuk Estimasi Emisi CO ₂ Pada Pelaksanaan Operasi Pengecoran Struktur Atas Beton Berulang Pada KBTT	35
Tabel 4.1	Data Survei <i>Batching Plant</i>	41
Tabel 4.2	Data Survei Pasokan Beton <i>Ready Mix</i> Pada Proyek Uptown Mall Pada Periode 15 Februari, 21-22 Februari, dan 25-26 Februari 2020	42
Tabel 4.3	Spesifikasi Pompa Beton Pada Pembangunan Proyek Uptown Mall	43
Tabel 4.4	Data Survei Pengecoran Dengan <i>Tower Crane</i> Proyek <i>Uptown Mall</i> Pada Kolom Tahap I Pada Tanggal 21-22 Februari 2020	45
Tabel 4.5	Data Survei Pengecoran Dengan <i>Tower Crane</i> Proyek <i>Uptown Mall</i> Pada Kolom Tahap II Pada Tanggal 21-22 Februari 2020.....	46
Tabel 4.6	Data Survei Pengecoran Dengan <i>Tower Crane</i> Proyek <i>Uptown Mall</i> Pada Pelat Lantai <i>Ground Floor</i> Pada Tanggal 21-22 Februari 2020	47
Tabel 4.7	Data Survei Pengecoran Dengan <i>Tower Crane</i> Proyek <i>Uptown Mall</i> Pada Pile Cap 1 <i>Ground Floor</i> Pada Tanggal 21-22 Februari 2020	48
Tabel 4.8	Data Survei Pengecoran Dengan <i>Concrete Pump</i> Proyek <i>Uptown Mall</i> Pada Pelat Lantai Zona 1 Pada Tanggal 15 Februari 2020	49
Tabel 4.9	Data Survei Pengecoran Dengan <i>Concrete Pump</i> Proyek <i>Uptown Mall</i> Pada Pelat Lantai Zona 2 Pada Tanggal 21-22 Februari 2020	50
Tabel 4.10	Data Survei Pengecoran Dengan <i>Concrete Pump</i> Proyek <i>Uptown Mall</i> Pada Pelat Lantai Zona 2 Pada Tanggal 25-26 Februari 2020	51
Tabel 5.1	Hasil Estimasi Emisi CO ₂ Pada Manufaktur Beton <i>Ready Mix</i>	56
Tabel 5.2	Estimasi Emisi CO ₂ Pada Masing-masing Pemasok Beton <i>Ready Mix</i> Pada Proyek Uptown Mall	57
Tabel 5.3	Estimasi Emisi CO ₂ <i>Tower Crane</i> Pada Pekerjaan Konstruksi Proyek Pembangunan Up Town Mall	59
Tabel 5.4	Estimasi Emisi CO ₂ Pengecoran Dengan <i>Concrete Pump</i> Proyek Pembangunan <i>Up Town Mall</i>	62
Tabel 5.5	Estimasi Besar Biaya Pada Pekerjaan Manufaktur Beton <i>Ready Mix</i>	63

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
CO ₂	<i>Carbon dioxide</i>	1
BPS	Badan Pusat Statistik	3
AC	<i>Air conditioning</i>	3
MJ	Mega Joule	3
CTBUH	<i>Council on Tall Buildings and Urban Habitat</i>	4
LCA	<i>Life Cycle Analysis</i>	4
kg/m ³	Kilogram per meter kubik	4
IPPC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>	18
LCC	<i>Life Cycle Cost</i>	24
LCCCO ₂	<i>Life Cycle Costing CO₂</i>	25
Lambang		
	Nama	Satuan
E _T	Emisi CO ₂ total pada pelaksanaan pekerjaan struktur bawah beton bertulang untuk konstruksi bangunan tingkat tinggi	kg.CO ₂
E _{BP}	Emisi CO ₂ mesin produksi di <i>batching plant</i>	kg.CO ₂
ER _{PBM}	Emisi CO ₂ rantai pasok beton <i>ready mix</i>	kg.CO ₂
E _{TCP}	Emisi CO ₂ model <i>tower crane</i>	kg.CO ₂
E _{TTC}	Emisi CO ₂ model <i>concrete pump</i>	kg.CO ₂
M	Faktor penggunaan bahan bakar untuk moda transportasi bermesin diesel	gal/HP.Hr
FE _{BB}	Faktor emisi CO ₂ bahan bakar solar	kg.CO ₂ /gal
P _t	Kapasitas mesin	HP
T _t	Waktu tunggu	jam
P _k	Kapasitas mesin TRM	HP
t _k	Waktu tempuh TRM	jam
E _{TCP}	Emisi CO ₂ model CP	kg.CO ₂
P _{CP}	Kapasitas mesin CP	HP
t _{CP.1}	Waktu beton dituang ke dalam <i>hopper</i> dan di pompa	jam
E _{TM.1}	Emisi CO ₂ waktu tunggu TRM	kg.CO ₂
E _{TTC}	Emisi CO ₂ model TC	kg.CO ₂
E _{TM.3}	Emisi CO ₂ dari waktu muat beton ke <i>bucket</i>	kg.CO ₂
E _{TC.1}	Emisi CO ₂ waktu angkat <i>bucket</i>	kg.CO ₂
E _{TC.2}	Emisi CO ₂ waktu manuver dalam kondisi <i>bucket</i> terisi	kg.CO ₂
E _{TC.3}	Emisi CO ₂ waktu pengecoran	kg.CO ₂
E _{TC.4}	Emisi CO ₂ waktu manuver dalam kondisi	kg.CO ₂

	<i>bucket</i> kosong	kg.CO ₂	35
E _{TC.5}	Emisi CO ₂ dari waktu TC kembali ke posisi pengisian <i>bucket</i>	kg.CO ₂	35
E _{TM.2}	Emisi CO ₂ waktu manuver TRM	kg.CO ₂	36
E _{TCP.1}	Emisi CO ₂ waktu beton dituang ke dalam <i>hopper</i> dan di pompa	kg.CO ₂	36
k _t	Waktu tunggu mesin diesel		36
t _m	Waktu manuver TRM	jam	36
t _b	Waktu muat beton ke <i>bucket</i>	jam	36
P _{TC}	Kapasitas mesin TC	HP	36
t _{TC.1}	Waktu angkat <i>bucket</i>	jam	36
FE _L	Faktor emisi listrik untuk Jawa Madura Bali	kg.CO ₂ /Kw jam	36
t _{TC.2}	Waktu manuver dalam kondisi <i>bucket</i> terisi	jam	37
t _{TC.3}	Waktu pengecoran	jam	37
t _{TC.4}	Waktu manuver dalam kondisi <i>bucket</i> kosong	jam	37
t _{TC.5}	Waktu TC kembali ke posisi pengisian <i>bucket</i>	jam	37



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Formulir Survei untuk <i>Concrete Pump</i>	L-1
Lampiran B	Formulir Survei untuk <i>Tower Crane</i>	L-2
Lampiran C	Hasil <i>Plagscan</i>	L-3



ABSTRAK

LIFE CYCLE ASSESSMENT DAN LIFE CYCLE COST PEKERJAAN PENGECORAN STRUKTUR BETON PADA AREA GROUND FLOOR (STUDI KASUS PADA PROYEK X DI SEMARANG)

Oleh

Brigita Tara Laurensia Suhendro NIM: 16.B1.0133

Salah satu jenis proyek konstruksi yang menggunakan energi dan material dalam jumlah besar adalah gedung. Jumlah total energi yang digunakan oleh jenis proyek konstruksi selain gedung berkisar antara 25% sampai dengan 40% dari total energi yang digunakan. Dampak penggunaan energi dalam jumlah besar adalah adanya sejumlah emisi gas rumah kaca yang dilepas ke atmosfer. Salah satu gas rumah kaca yang signifikan adalah emisi CO₂. Salah satu negara berupaya memetakan sumber dan besar emisi CO₂ bahwa kontribusi gedung sangat signifikan yaitu sebesar 50,1%. Hal ini menjadi salah satu dasar pentingnya penelitian ini dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui sumber dan besar emisi CO₂ serta hubungannya dengan biaya pada pekerjaan pengecoran struktur beton di area *ground floor* pada fase pelaksanaan pekerjaan konstruksi gedung. Ruang lingkup penelitian ini adalah *gate to instal*. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah mencatat durasi setiap siklus dari pekerjaan pengecoran yang menggunakan *tower crane* dan *concrete pump*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pada manufaktur konstruksi, estimasi emisi CO₂ yang dihasilkan berkisar 12,203 kg.CO₂ dan estimasi besar biaya yang dihasilkan adalah sebesar Rp 1.428.682. Pada rantai pasok konstruksi, estimasi emisi CO₂ yang dihasilkan berkisar antara 61,107 kg.CO₂ hingga 159,249 kg.CO₂ dan estimasi besar biaya yang dihasilkan adalah sebesar Rp 7.520.000. Pada pekerjaan konstruksi, khususnya pada pekerjaan pengecoran diestimasi besar emisi CO₂ berkisar antara 581,477 kg.CO₂ hingga 913,19 kg.CO₂ dan estimasi besar biaya berkisar antara Rp 247.149,5 sampai dengan Rp. 1.880.000. Setiap peralatan yang ditentukan dalam keseluruhan proses pengecoran mempunyai kontribusi terhadap peningkatan emisi CO₂. Area dan ketinggian gedung, waktu tunggu *truck ready mix*, volume beton *ready mix* dan jarak tempuh *truck ready mix* dari *batching plant* menuju *site project* serta siklus masing-masing peralatan turut menentukan besar emisi CO₂

Kata kunci: *life cycle analysis, life cycle cost, emisi CO₂*