

SKRIPSI
PERBANDINGAN ANALISA *LIFE CYCLE COST* PADA
PEKERJAAN DINDING B-PANEL DAN BATU BATA
PADA BANGUNAN GEDUNG



AYIK SELAWATI
03011181520011

JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2019

SKRIPSI
PERBANDINGAN ANALISA *LIFE CYCLE COST* PADA
PEKERJAAN DINDING B-PANEL DAN BATU BATA
PADA BANGUNAN GEDUNG

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



AYIK SELAWATI
03011181520011

JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019

HALAMAN PENGESAHAN

**PERBANDINGAN ANALISA *LIFE CYCLE COST* PADA
PEKERJAAN DINDING B-PANEL DAN BATU BATA
PADA BANGUNAN GEDUNG**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

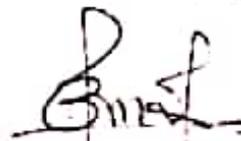
Oleh:

AYIK SELAWATI

03011181520011

Palembang, Juni 2019

Dosen Pembimbing I,



Dr. Betty Susanti, S.T., M.T.

NIP. 198001042003122005

**Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing II,**



Heni Fitriani, S.T., Ph.D.

NIP. 197905062001122001

**Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil,**



Ir. Helmi Haki, M.T.

NIP. 196107031991021001

HALAMAN PERSETUJUAN

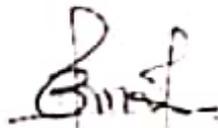
Karya tulis ilmiah ini berupa skripsi ini dengan judul "Perbandingan Analisa *Life Cycle Cost* pada Pekerjaan Dinding B-panel dan Batu Bata pada Bangunan Gedung" telah dipertahankan dihadapan tim penguji karya tulis ilmiah Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya pada tanggal 29 Juni 2019.

Palembang, 29 Juni 2019

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa skripsi:

Ketua:

1. Dr. Betty Susanti, S.T., M.T.
NIP. 198001042003122005

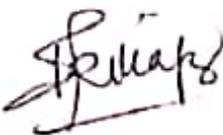
()

2. Heni Fitriani., S.T., Ph.D.
NIP. 197905062001122001

()

Anggota:

3. Prof. Ir. Erika Buchari, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196010301987032003

()

4. Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T.
NIP. 197404071999032001

()

5. Febrinasti Alia, S.T., M.T., M.Sc., M.Si.
NIP. 198502072012122002

()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,


Ir. Helmi Haki, M.T.
NIP. 196107031991021001

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Ayik Selawati

NIM : 03011181520011

Judul Skripsi : Perbandingan Analisa *Life Cycle Cost* pada Pekerjaan Dinding B-panel dan Batu Bata pada Bangunan Gedung

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil dari penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Palembang, Juni 2019



Ayik Selawati

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi tugas akhir berjudul “Perbandingan Analisa *Life Cycle Cost* pada Pekerjaan Dinding B-panel dan Batu Bata pada Bangunan Gedung”

Penyusunan laporan tugas akhir ini juga dibantu oleh beberapa pihak. Oleh karena itu, ucapan terimakasih disampaikan kepada:

1. Bapak Ir. Helmi Haki, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah turut membantu dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Ibu Dr. Betty Susanti, S.T., M.T., dan Ibu Heni Fitriani, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing penulis dalam menyusun laporan tugas akhir ini.
3. Ibu Rosiani dan Bapak Deni selaku orang tua serta keluarga besar penulis yang telah memberi semangat dan doa dalam kelancaran penyelesaian laporan tugas akhir ini.
4. Teman-teman seperjuangan Teknik Sipil angkatan 2015, serta pihak lain yang telah membantu penulis dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan.

Palembang, Juni 2019

Ayik Selawati

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pernyataan Integritas	ii
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Persetujuan.....	iv
Berita Acara	v
Halaman Persetujuan Publikasi.....	vi
Riwayat Hidup	vii
Ringkasan.....	viii
<i>Summary</i>	ix
Kata Pengantar	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Tabel	xv
Daftar Lampiran	xvi

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5. Sistematika Penulisan	3

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu	5
2.2. <i>Life Cycle Cost</i>	5
2.2.1. Pengertian <i>Life Cycle Cost</i>	6
2.2.2. Analisis Biaya Siklus Hidup (<i>Life Cycle Cost</i>).....	7
2.3. Rencana Anggaran Biaya.....	11
2.4. Konsep Nilai Waktu dan Uang	11

2.4.1. Nilai uang dari Waktu.....	11
2.4.2. Nilai Akan Datang (<i>Future Value</i>).....	12
2.4.3. Nilai Sekarang (<i>Present Value</i>).....	13
2.5. Analisa Sensitivitas	13
2.6. Konstruksi Dinding Batu Bata	14
2.6.1. Definisi Batu Bata.....	14
2.6.2. Bahan Penyusun Batu Bata.....	14
2.6.3. Proses Produksi Batu Bata	15
2.6.4. Sifat Fisik Batu Bata	17
2.7. Konstruksi Dinding B-panel	18
2.7.1. Proses Produksi B-panel	20
2.7.2. Spesifikasi Teknis Dinding B-panel	21
2.7.3. Karakteristik Dinding B-panel	22
2.7.4. Proses Instalasi Dinding B-panel	25
2.7.5. Penggunaan B-panel	26
2.8. Hubungan <i>Life Cycle Cost Analysis</i> dengan <i>Green Building</i>	27

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian	28
3.2. Studi Literatur	30
3.3. Metode Pengumpulan Data.....	30
3.4. Variabel Penelitian.....	30
3.5. Kajian Objek Penelitian	31
3.6. Analisis Data	31
3.6.1. Analisa Rencana Anggaran Biaya Dinding B-panel.....	31
3.6.2. Analisa rencana Anggaran Biaya Dinding Batu Bata.....	31
3.6.3. Biaya Awal (<i>Initial Cost</i>).....	32
3.6.4. Biaya Perawatan (<i>Maintenance Cost</i>).....	32
3.6.5. Analisa Sensitivitas	35
3.7. Kesimpulan	35

BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum Objek Penelitian	36
4.2. Perhitungan Luas Bidang Dinding	37
4.3. Perhitungan Analisa Harga Satuan Pekerjaan Dinding	40
4.3.1. Analisa Huga Satuan Pekerjaan Dinding Batu Bata	40
4.3.2. Analisa Huga Satuan Pekerjaan Dinding B-panel.....	42
4.4. Analisa <i>Life Cycle Cost</i>	43
4.4.1. Perhitungan <i>Initial Cost</i>	44
4.4.2. Perhitungan <i>Maintenance Cost</i>	46
4.4.3. Perhitungan <i>Replacement Cost</i>	52
4.4.4. Perhitungan <i>Life Cycle Cost</i> Dinding B-panel dan Batu Bata	53
4.5. Analisa Sensitivitas	58
4.6. Analisa Kualitatif Penggunaan Dinding B-panel dan Batu Bata	60

BAB 5 PENUTUP

5.1. Kesimpulan	62
5.2. Saran	62

Daftar Pustaka	63
Lampiran	66

DAFTAR GAMBAR

2.1.	<i>Credle-to-grave Life Cycle Cost of Building Products</i>	6
2.2.	Dinding b-panel	21
2.3.	<i>Weight comparison</i>	22
2.4.	<i>Compressive and shear strength comparison</i>	23
2.5.	<i>Thermal conductivity comparison</i>	24
2.6.	Instalasi b-panel	25
3.1.	Diagram alir penelitian	29
3.2.	<i>Cash flow maintenance cost</i> dinding batu bata.....	33
3.3.	<i>Cash flow maintenance cost</i> dinding b-panel	34
4.1.	Hotel Harper Palembang.....	36
4.2.	Lokasi proyek Hotel Harper Palembang.....	37
4.3.	Tampak depan (<i>facade-1</i>) Hotel Harper Palembang	38
4.4.	<i>Cash flow maintenance cost</i> dinding batu bata.....	50
4.5.	<i>Cash flow maintenance cost</i> dinding b-panel	51
4.6.	Persentase komponen LCC dinding b-panel.....	55
4.7.	Persentase komponen LCC dinding batu bata	57
4.8.	Grafik sensitivitas LCC terhadap perubahan tingkat suku bunga	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Biaya awal (<i>initial cost</i>) pekerjaan dinding b-panel dan batu-bata....	8
Tabel 2.2. Klasifikasi Kekuatan Bata.....	18
Tabel 2.3. Spesifikasi teknis <i>b-panel</i>	22
Tabel 2.4. Kategori <i>greenship</i> pada penggunaan b-panel	26
Tabel 3.1. Biaya awal (<i>initial cost</i>) pekerjaan dinding b-panel dan batu-bata....	32
Tabel 4.1. Rekapitulasi luas total bidang dinding perlantai	39
Tabel 4.2. Analisa harga satuan untuk pekerjaan 1 m ² dinding bata lubang (8x8x16) cm tebal ½ bata campuran 1 PC : 4 PP.....	40
Tabel 4.3. Analisa harga satuan untuk pekerjaan 1 m ² plesteran (1:4)	41
Tabel 4.4. Tabel harga satuan untuk pekerjaan 1 m ² acian dinding batu bata ...	41
Tabel 4.5. Tabel harga satuan untuk pekerjaan 1 m ² dinding b-panel	42
Tabel 4.6. Tabel harga satuan untuk pekerjaan 1 m ² plesteran b-panel	42
Tabel 4.7. Tabel harga satuan untuk pekerjaan 1 m ² acian b-panel	43
Tabel 4.8. Total <i>initial cost</i> dinding batu bata	45
Tabel 4.9. Total <i>initial cost</i> dinding b-panel	46
Tabel 4.10. Rekapitulasi peningkatan biaya pengecatan (<i>maintenance cost</i>).....	47
Tabel 4.11. <i>Present value</i> (PV) dari <i>maintenance cost</i>	48
Tabel 4.12. <i>Present value</i> (PV) dari <i>maintenance cost</i> batu bata	50
Tabel 4.13. <i>Present value</i> (PV) dari <i>maintenance cost</i> b-panel.....	52
Tabel 4.14. Total <i>life cycle cost</i> b-panel	53
Tabel 4.15. Total <i>life cycle cost</i> batu bata.....	55
Tabel 4.16. Perbandingan <i>life cycle cost</i> dinding b-panel dan batu bata	57
Tabel 4.17. Analisa sensitivitas LCC terhadap perubahan <i>discount rate</i>	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lampiran Tabel Perubahan Nilai LCC Akibat Tingkat Suku Bunga	
Lampiran 2 Detail Engineering Design (DED).....	
Lampiran 3 Surat Izin Melakukan Penelitian Tugas Akhir	
Lampiran 4 Kartu Asistensi	

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan proyek konstruksi dianggap memiliki peran besar terhadap perubahan lingkungan di permukaan bumi, mulai dari tahap konstruksi hingga tahap operasional turut menyumbang kerusakan lingkungan menurut Al Gore dalam (Ruhendra, 2016). Berdasarkan data dari *United Nations Environment Programme* (UNEP) dalam Ruhendra (2016) hampir 40% dari seluruh energi dan sumber daya alam digunakan untuk kegiatan konstruksi dan operasional bangunan, dan 40% dari emisi gas rumah kaca dihasilkan dari kegiatan konstruksi. Konsumsi energi di Indonesia sendiri terdiri dari pemakaian rumah tangga dan bangunan komersial, industri, transportasi, dan pembangkit listrik, menimbulkan emisi CO₂ sekitar 170,02 juta ton. Emisi dari konsumsi energi tersebut merupakan 25% dari emisi keseluruhan Indonesia pada tahun 1994 yang sebesar 748,61 juta ton CO₂. Dan dampak lain timbul dari penggunaan fasilitas bangunan serta pemilihan material bangunan yang terkait dengan peningkatan suhu di bumi.

Material konstruksi merupakan salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam menciptakan pembangunan yang berkelanjutan. Pemilihan material secara sembarang dapat menimbulkan masalah lingkungan, hal itu berkaitan dengan proses manufaktur bahan material mentah menjadi bahan material siap pakai yang disebut siklus hidup material. Nursia (2016), menyebutkan dalam penelitiannya dampak dari kerusakan lingkungan yang ditimbulkan akibat proses pembuatan batu bata ialah meningkatnya polusi udara yang dihasilkan dari proses pembakaran batu bata menggunakan kayu bakar membutuhkan waktu selama 3-4 hari lamanya sehingga menyebabkan kualitas udara menurun dan dapat berdampak negatif pada sistem pernapasan masyarakat sekitar. Nursia (2016), juga menyebutkan dalam penelitiannya bahwa kualitas lingkungan hidup di lokasi tambang batu bata sudah mengalami perubahan fisik, kimia, dan hayati. Guna

mengurangi dampak buruk pembangunan terhadap lingkungan dan mencegah meningkatnya kerusakan bumi maka salah satu upaya yang perlu dilakukan ialah dengan mengimplementasikan konsep bangunan ramah lingkungan (*green building*). Untuk menunjang terwujudnya konsep *green building* tersebut maka perlu diterapkan penggunaan material konstruksi yang ramah lingkungan. Dalam daftar produk bangunan hijau atau *green listing* yang disusun oleh *Green Building Council Indonesia* (GBCI) disebutkan bahwa b-panel adalah salah satu material bangunan yang ramah lingkungan dengan aspek kualifikasi terbanyak pada daftar tersebut yaitu sebanyak 14 aspek. Dalam dokumen PT. Beton Elemenindo Putra (2012) disebutkan bahwa material b-panel merupakan salah satu material dinding yang dikategorikan *sustainable* karena menggunakan limbah EPS yang didaur ulang. EPS adalah jenis material *Expanded Polystyrene* dibuat dengan menggunakan gas *pantene* tidak beracun dan tidak menggunakan gas rumah kaca dalam pembuatannya. Dinding b-panel secara mendasar mempunyai tingkat insulasi panas (*R-value*) yang tinggi. Dalam penggunaan b-panel apabila dipadu secara berkesinambungan dengan elemen perencanaan bangunan lainnya maka nilai *green ship* yang tinggi dapat diraih oleh suatu proyek.

Menurut Firsani (2012), salah satu faktor penghambat penerapan konsep *green bulding* pada industri konstruksi adalah karena lebih besarnya biaya awal yang diperlukan dalam penerapan konsep *green building* dibandingkan dengan bangunan konvensional. Sejalan dengan konsep tersebut maka perlu didasari perhitungan biaya siklus hidup (*Life Cycle Cost*) yang bertujuan mengelola proses yang berulang dari perencanaan hingga pemusnahan atau penggantian aset serta mengelola biaya daur hidup jangka panjang daripada penghematan jangka pendek, dan untuk meningkatkan keberlanjutan serta meminimalkan biaya terkait di sepanjang umur bangunan itu sendiri.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang adanya anggapan bahwa penerapan konsep *green building* membutuhkan biaya lebih besar dibandingkan dengan bangunan konvensional, maka perumusan masalah yang dibahas ialah analisa

perbandingan biaya siklus hidup (*Life Cycle Cost*) pada pekerjaan dinding b-panel dan batu bata pada bangunan gedung.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini ialah untuk menganalisa perbandingan biaya siklus hidup (*Life Cycle Cost*) pada pekerjaan dinding b-panel dan batu bata pada bangunan gedung.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Objek penelitian pada tugas akhir ini adalah pada proyek pembangunan Hotel Harper Palembang. Analisa *Life Cycle Cost* (LCC) dilakukan pada pekerjaan dinding meliputi (1) biaya awal (*initial cost*) yaitu biaya yang diperlukan pada pekerjaan pemasangan dinding, plesteran dinding, dan acian dinding; (2) biaya perawatan (*maintenance cost*) yaitu biaya pemeliharaan dinding yang diperlukan selama umur layak bangunan; (3) biaya penggantian (*replacement cost*) yaitu biaya penggantian komponen dinding yang memiliki umur lebih kecil daripada umur rencana dari bangunan.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini terdiri atas lima bab, yang meliputi:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metode pengumpulan data dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai uraian umum dari masalah yang akan dibahas dalam penelitian, serta berisi penelitian terdahulu yang menjadi acuan berkaitan dengan penelitian ini.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai tahapan-tahapan penyusunan laporan untuk melaksanakan penelitian, pengumpulan data, pengolahan dan metode analisis.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil analisis pengolahan data dan pembahasan berupa hasil.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini membahas kesimpulan tentang hasil analisis pengolahan data penelitian dan saran yang berguna untuk penelitian di masa yang mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Ashwort, Allan. 1994. *Perencanaan Biaya Bangunan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Blank, Leland and Anthony Tarquin. 2012. *Engineering Economy*. The McVraw-Hill Companies, America.
- Devia, Y.P. 2010. Identifikasi Sisa Material Konstruksi dalam Upaya Memenuhi Bangunan Berkelanjutan. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 4 (3): 195.
- Evrianto, W.I. 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi (Edisi Revisi)*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Elianora. 2010. Variasi Tanah Lempung Tanah Lanau dan Pasir Sebagai Bahan Campuran Batu Bata. Fakultas Teknik Universitas Riau. *Jurnal Tekno Biologi*, 1 (2): 34-37.
- Firsani, Trixy and Christiono Utomo. 2012. *Analisa Life Cycle Cost pada Green Building Diamond Building Malaysia*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), *Jurnal Teknik ITS*, 1 (1): 34-35.
- Fuller, Sieglinde. 2010. *Life Cycle Cost Analysis (LCCA)*. National Institute of Standads and Technology.
- Halim, Abdul. 1998. Perspektif Akuntansi Lingkungan Suatu Tinjauan Teoritis Mengenai Dampak Isu Lingkungan Terhadap Akuntansi. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis Indonesia*, 13 (3): 9-10.
- Jaya, Askar. 2004. *Konsep Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development)*. Pengantar Falsafah Sains (PPS-702) Program S3 Institut Pertanian Bogor.
- Kaming, Peter F. 2017. *Implementation of Life Cycle Costing for a University Building*. Departement of Civil Engineering Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.

- Kirk, S.J dan Dell'Isolla. 1995. *Life Cycle Costing for Design Professional*. New York: Kingsport Press.
- Marliansyah, Juli. 2014. Analisis Rencana *Life Cycle Cost* Gedung Hostel Pada Kawasan Rumah Sakit Jimbun Medika Kediri. Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Nursia. 2016. Dampak Penambangan Batu Bata Terhadap Degradasi Lingkungan di Kelurahan Kolasa Kecamatan Parigi Kabupaten Muna. *Jurnal Penelitian Pendidikan Geografi*, 1 (1): 126-128.
- Ottong, Allan Subrata dan Felix Yuwono. 2015. Penerapan Konsep *Sustainable* pada Rumah Tinggal dari Segi Material. *Jurnal Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra*: 1-2.
- Pamungkas, Dian. 2005. Analisa *Life Cycle Cost* Perbandingan Antara Sistem AC dengan Blower pada Proyek Pembangunan Gedung Kanwil Dirjend Pajak Surabaya. Skripsi Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 24/PRT/M/2008 tentang Pedoman Pemeliharaan dan Perawatan Bangunan Gedung.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 36 Tahun 2005 Tentang Peraturan Pelaksanaan UU No. 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung.
- Priscilia, Grace. 2013. Analisis *Life Cycle Cost* Pada Pembangunan Gedung. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 1 (8): 549-551.
- PT Beton Elemenindo Putra. 2012. Katalog Lengkap B-panel di www.b-panel.co.id (diakses pada Oktober 2018).
- Ruhendra, Heilia Nur. 2016. Menuju Pembangunan Berkelanjutan. Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional. *Jurnal Institut Teknologi Nasional*, 2 (1): 120.
- Sudarwani, Maria. 2012. Penerapan *Green Building Architecture* dan *Green Building* Sebagai Upaya Pencapaian *Sustainable Architecture*. *Jurnal Universitas Pandanaran*, 10 (24): 2-3.

- Susilo, Eko. 2018. *Analisa Life Cycle Cost* pada Bangunan Rumah Susun Sederhana Sewa di Daerah Istimewa Yogyakarta. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Triana, Asri. 2005. *Analisa Perbandingan Life Cycle Cost* Penggunaan Bata, Hebel, Kalsiboard, Gypsumboard, Yumenboard pada Dinding. Skripsi Program Studi S-1 Ekstensi Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Wongkar, Yellih Kristi. 2016. *Analisis Life Cycle Cost* pada Pembangunan Gedung. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, *Jurnal Sipil Statik*, 4 (4): 254-258.
- Wirawati, Sylvie. 2011. *Penggunaan Teknologi Bahan Inovatif* pada Pembangunan Berkelanjutan. Fakultas Teknik Universitas Tarumanegara, Jakarta.
- Wong, Nyuk Hien. 2002. *Life Cycle Cost Analysis of Rooftop Gardens in Singapore*. Departement of Building School of Design and Environment National University of Singapore.