

ISBN: 978-602-60286-1-7

PROSIDING

VOLUME III: TRANSPORTASI, KEAIRAN

KoNTekS¹²

Konferensi Nasional Teknik Sipil 12

Penerapan Teknologi Prioritas
dalam Rangka Mewujudkan
Infrastruktur Indonesia yang Berkualitas

Editor:

Harijanto Setiawan
Ferianto Raharjo
Siswadi
Angelina Eva Lianasari
Johan Ardianto

Batam, 18-19 September 2018



PROSIDING
KoNTekS12
Konferensi Nasional Teknik Sipil 12

Batam, 18-19 September 2018

“Penerapan Teknologi Prioritas
dalam Rangka Mewujudkan
Infrastruktur Indonesia yang Berkualitas”



UAJY



UPH



UNUD



USAkti



UNS



ITENAS



UNTAR



Unika
SOEGLIHARDJANTO



Penerbit
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA



Didukung oleh:
BMPTSSI
Badan Musyawarah
Pendidikan Tinggi Teknik Sipil Seluruh Indonesia



PROSIDING

Konferensi Nasional Teknik Sipil 12 (KoNTekS 12)

Penerapan Teknologi Prioritas dalam Rangka Mewujudkan
Infrastruktur Indonesia yang Berkualitas

Susunan Panitia

Pelindung : Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta
Ketua : Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D.
Sekretaris : Dr.Eng. Luky Handoko, S.T., M.Eng.

Reviewer

Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D. (Universitas Atma Jaya Yogyakarta)
Prof. Dr. Ir. Han Ay Lie, M.Eng. (Universitas Diponegoro)
Ir. Muhammad Abduh, M.T., Ph.D. (Institut Teknologi Bandung)
Ir. A. Koesmargono, MCM., Ph.D. (Universitas Atma Jaya Yogyakarta)
Dr.Eng. Luky Handoko, S.T., M.Eng. (Universitas Atma Jaya Yogyakarta)
Dr. Ir. Dwijoko Anusanto, M.T., (Universitas Atma Jaya Yogyakarta)
Dr.-Ing. Jack Wijayakusuma (Universitas Pelita Harapan)
I Ketut Sudarsana, S.T., Ph.D. (Universitas Udayana)
A.P. Candra Dharmayanti, S.T., M.Sc., Ph.D. (Universitas Udayana)
Dr. Ir. Anissa Maria Hidayati, M.T., (Universitas Udayana)
Gede Pringgana, S.T., M.T., Ph.D. (Universitas Udayana)
Dr. Mawiti Infantri Yekti, S.T., M.T. (Universitas Udayana)
Dr. Niken Silmi Suryandari, S.T., M.T. (Universitas Sebelas Maret)
Dr. Ir. Rintis Hadiani, M.T. (Universitas Sebelas Maret)
Ir. Sugeng Wijanto, M.Eng., Ph.D. (Universitas Trisakti)
Dr. Ir. Dwi Prasetyanto, M.T. (Institut Teknologi Nasional)
Yessi Nirwana Kurniadi, S.T., M.T., Ph.D. (Institut Teknologi Nasional)
Dr. Ir. Wati Asriningsih Pranoto, M.T. (Universitas Tarumanagara)
Dr. Widodo Kushartomo, S.Si., M.Si. (Universitas Tarumanagara)

Editor

Harijanto Setiawan
Ferianto Raharjo
Siswadi
Angelina Eva Lianasari
Johan Ardianto

Desain sampul dan tata letak

Oktoditya Ekaputra

ISBN: 978-602-60286-1-7

Cetakan Pertama, September 2018

Penerbit

Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik - Universitas Atma Jaya Yogyakarta
Jalan Babarsari No. 44, Yogyakarta 55281
Telp.: 0274-487711 ext.: 2162
Email: tsipil@mail.uajy.ac.id

**SAMBUTAN
KETUA PANITIA KoNTekS 12**



Ir. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D.

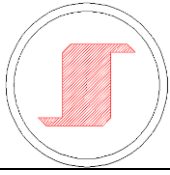
Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kasih karena berkat rahmat Nya yang melimpah maka Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) di tahun 2018 telah mencapai penyelenggaraan yang ke 12. KoNTekS telah mengalami perkembangan dari waktu ke waktu, dimulai dari penyelenggaraan pertama oleh Universitas Atma Jaya Yogyakarta (UAJY) hingga akhirnya diselenggarakan bersama oleh Konsorsium Delapan Perguruan Tinggi yang terdiri dari UAJY, Universitas Pelita Harapan, Universitas Udayana, Universitas Trisakti, Universitas Sebelas Maret, Institut Teknologi Nasional, Universitas Tarumanagara, dan yang terakhir bergabung adalah Universitas Katolik Soegijapranata. Sejak tahun 2011 KoNTekS telah masuk dalam agenda tahunan Badan Musyawarah Pendidikan Tinggi Teknik Sipil Seluruh Indonesia (BMPTTSSI) dan diselenggarakan bersamaan dengan pertemuan tahunan BMPTTSSI.

KoNTekS 12 diselenggarakan oleh UAJY di Batam pada tanggal 18 dan 19 September 2018 dengan didukung Keluarga Alumni Universitas Atma Jaya Yogyakarta (Kamajaya) Batam. Tema yang dipilih adalah 'Penerapan Teknologi Prioritas Dalam Rangka Mewujudkan Infrastruktur Indonesia Yang Berkualitas'. Tema ini ditetapkan dengan mengacu pada Teknologi Prioritas yang dimuat dalam Undang-Undang Republik Indonesia nomor 2 tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi. Pada KoNTekS 12 ini akan dipresentasikan 220 makalah yang berasal dari sekitar 50 perguruan tinggi dari berbagai perguruan tinggi di seluruh Indonesia.

Pada kesempatan ini perkenankan kami mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung terselenggaranya KoNTekS 12:

1. Walikota Batam Propinsi Kepulauan Riau
2. Sekretaris Jenderal beserta Seluruh Pengurus BMPTTSSI
3. Segenap Pimpinan Perguruan Tinggi penyelenggara KoNTekS 12
4. Seluruh Pembicara Kunci pada KoNTekS 12
5. Ketua beserta Seluruh Pengurus fib-Indonesia
6. Ketua beserta Seluruh Pengurus Kamajaya Batam
7. Segenap sponsor
8. Seluruh Komite Ilmiah dan Panitia Penyelenggara KoNTekS 12
9. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu

Akhir kata kami ucapkan selamat berseminar kepada segenap presenter, pemakalah dan peserta. Semoga konferensi ini memberi hasil yang bermanfaat bagi perkembangan Industri Konstruksi dan Pendidikan Teknik Sipil di Indonesia.



**BADAN MUSYAWARAH
PENDIDIKAN TINGGI TEKNIK SIPIL SELURUH INDONESIA (BMPTTSSI)**

Board of Indonesian Civil Engineering Higher Education Communication (BICEHEC)

Sekretariat : Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana

Alamat : Jl. Kampus Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Badung - Denpasar 80361.

Telp./Fax: 0361-703385 ; website: <http://www.bmpttssi.org/index.php> ; e-mail : bmpttssi_pusat@yahoo.com

**SAMBUTAN
SEKJEN BMPTTSSI PERIODE 2015-2019**



Prof. Ir. I Nyoman Arya Thanaya, ME, Ph.D.
(Universitas Udayana)

As. Wr. Wb.
Salam Sejahtera.
Om Swastyastu.

Yang saya hormati,
Keluarga Besar BMPTTSSI di seluruh Indonesia.

Dengan memanjatkan puji syukur kehadapanNYA, saya dengan senang hati memberikan sambutan dalam Rangka Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) yang ke 12 tanggal 18-19 September 2018, di Batam Riau, yang diselenggarakan oleh Konsorsium Penyelenggara KoNTekS, dengan Panitia dari Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Sudah 12 tahun BMPTTSSI bekerjasama dengan Konsorsium Penyelenggara KoNTekS. Kami sangat menghargai kerjasama ini dan mengharapkan akan terus berkelanjutan. Konsorsium KoNTekS sudah sekian lama menjadi partner bahkan sebagai sponsor kegiatan rapat koordinasi internal tahunan BMPTTSSI. Hal ini sangat kami apresiasi dan kami ucapkan banyak terimakasih.

Untuk efektifitas dan efisiensi, Susunan Kepengurusan BMPTTSSI sudah disederhanakan sejak KoNTekS 11 tahun 2017 di Universitas Tarumanagara. BMPTTSSI merupakan suatu wadah komunikasi antar Program Studi Teknik Sipil dari Jenjang Diploma, S1, S2 dan S3. Dalam wadah ini didiskusikan segala hal-ihwal terkait Tri Dharma Perguruan Tinggi di bidang ketekniksipilan, dengan menitikberatkan pada Kurikulum Inti Teknik Sipil jenjang Diploma, S1, S2, dan S3. Kegiatan lain dilaksanakan dengan membentuk panitia khusus (adhoc).

Sebagai hasil koordinasi BMTTSSI dan Konsorium Pelaksana KoNTekS, adalah disalurkannya naskah ilmiah dari peserta KoNTekS secara selektif ke beberapa jurnal PTN/PTS anggota BMPTTSSI. Puji syukur salah satu jurnal tersebut yaitu Jurnal Media Komunikasi Teknik Sipil yang dikelola Universitas Diponegoro sudah berhasil terakreditasi. Selain itu kerjasama sudah dan

akan terus ditingkatkan dengan Asosiasi Sarjana Teknik dan Insinyur Sipil Indonesia (ASTISI) dan Persatuan Insinyur Indonesia (PII).

Untuk selanjutnya perlu diupayakan kerjasama penyelenggaraan Seminar Internasional diantara anggota BMPTTSSI, untuk lebih meningkatkan jaringan dan memperoleh lebih banyak peserta dari negara asing untuk dapat memenuhi minimal peserta ada dari 4 negara asing yang dipersyaratkan sebagai kriteria.

Atas nama keluarga besar BMPTTSSI, kami mohon partisipasi dan dukungan semua pihak. Demikian saya sampaikan, atas perhatiannya, saya ucapkan terimakasih.

Denpasar, 3 September 2018

Sekjen BMPTTSSI



(Prof. Ir.I Nyoman Arya Thanaya, ME, Ph.D.)

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i
SAMBUTAN KETUA PANITIA KoNTeKS 12	iii
SAMBUTAN SEKJEN BMPTTSSI PERIODE 2015-2019	v
DAFTAR ISI	vii
Topik Geoteknik	
EFFECT OF WATER AND CEMENT CONTENT TOWARDS PERMEABILITY OF CEMENT TREATED CLAY	GT - 1
<i>Vareskyu Khilgiya Budiman, Luky Handoko , Sumiyati Gunawan, and John Tri Hatmoko</i>	
ANALISA STABILITAS TURAP (<i>SHEET PILE</i>) PADA LAPISAN TANAH LUNAK (STUDI KASUS STRUKTUR TURAP TAMBAK LOROK SEMARANG)	GT - 7
<i>Faisal Estu Yulianto</i>	
KOEFISIEN PERMEABILITAS (k) FALLING HEAD DAN OEDOMETER PADA TANAH KOHESIF DI WATES DIY	GT - 15
<i>Sumiyati Gunawan, Agatha Padma Laksitaningtyas, dan Elia Yosafat Olla</i>	
<i>CBR</i> DAN KUAT TEKAN BEBAS TANAH DASAR JALAN RAYA YANG DISTABILISASI DENGAN KAPUR DAN BAUKSIT	GT - 25
<i>Hendra Suryadharma , Husin, dan Bun Hiong</i>	
ASSESSMEN KERUSAKAN PERMUKAAN TANAH AKIBAT GEMPA BUMI BERDASARKAN DATA UJI SPT	GT - 35
<i>John Tri Hatmoko dan Hendra Suryadharma</i>	
KONDISI GEOLOGI DAN INFILTRASI TERHADAP ANCAMAN GERAKAN TANAH PADA BATUAN VULKANIK DI KALDERA GUNUNG BATUR	GT - 45
<i>I Nengah Sinarta dan A.A. Gede Sumanjaya</i>	
PERBAIKAN PONDASI TIANG STRUKTUR FACE FENDER DENGAN METODE PONDASI AKAR KETAPANG TIRUAN	GT - 53
<i>Sulardi</i>	
PENGARUH MATOS TERHADAP PENINGKATAN <i>CBR</i> (STUDI KASUS: TANAH SEKITAR RAWA PENING)	GT - 59
<i>Erwin Harris Saputra, Lie Sanders Deckcrealy K, Djoko Suwarno, dan Budi Setiyadi</i>	
ANALISIS DEBIT REMBESAN DI BAWAH TUBUH BENDUNG DENGAN PENDEKATAN METODE GRAFIS DAN NUMERIK.....	GT - 67
<i>Indra Noer Hamdhan, Fauziah Fitriani Iskandar, dan Gibril Maulana</i>	
PERBAIKAN TANAH DASAR KONSTRUKSI JALAN DENGAN MENGGUNAKAN PERKUATAN <i>GEOTEKSTIL</i>	GT - 77
<i>Irdhiani dan Martini</i>	
SUMUR RESAPAN RUMAH TANGGA UNTUK MENJAGA LINGKUNGAN ASRI	GT - 85
<i>I Nyoman Aribudiman, I Wayan Redana, dan Gede Arya Yudi Bhaskara Dananjaya</i>	
PENGARUH PENAMBAHAN PASIR BERPOTENSI LIKUIFAKSI PADA <i>PUMICE</i> TERHADAP NILAI RASIO TEKANAN AIR PORI.....	GT - 95
<i>Muhajirah, Ahmad Rifa'i dan Agus Darmawan Adi</i>	

MEKANISME KERUNTUHAN LERENG BATUAN METAMORF BERDASARKAN PENDEKATAN KINEMATIS PADA LOKASI TAMBANG EMAS POBOYA, PALU	GT - 105
<i>Sriyati Ramadhani, Ahmad Rifa'i, Wahyu Wilopo, dan Kabul Basah Suryolelono</i>	
PENGARUH ABU AMPAS TEBU TERHADAP KAPASITAS DUKUNG PONDASI <i>FOOTPLATE</i> PADA TANAH LEMPUNG	GT - 113
<i>Muhammad Rifqi Abdurrozak dan Tengku Hardiansyah</i>	
USULAN PERBAIKAN STABILITAS TANAH PADA LOKASI BANGUNAN YANG TERLETAK SEBAGIAN DI TANAH ASLI DAN TIMBUNAN : STUDI KASUS PABRIK DI KABUPATEN BANDUNG BARAT.....	GT - 123
<i>Clinton Girsang, Budijanto Widjaja, dan Freddy Gunawan</i>	
PENGARUH KADAR AIR TERHADAP KUAT GESER TANAH.....	GT - 133
<i>Dian Hastari Agustina dan Egi Giandara</i>	
RENTANG NILAI TEGANGAN RUNTUH UJI DESAK BEBAS PADA BERBAGAI KONDISI TANAH YANG DIPADATKAN.....	GT - 139
<i>Gregorius Sandjaja Sentosa, Aniek Prihatiningsih, dan Djumaedi Kosasih</i>	
KARAKTERISTIK TANAH PADA LERENG RAWAN LONGSOR DAN MITIGASI BENCANA LONGSOR DI KINTAMANI BALI.....	GT - 145
<i>I Nyoman Sutarja dan Made Dodiek Wiry Ardana</i>	
PREDIKSI STABILITAS PONDASI CERUCUK TRADISIONAL PADA BANGUNAN BERTINGKAT DI ATAS TANAH YANG SANGAT LUNAK	GT - 151
<i>Suyuti, Jamalun Togubu, dan Muhammad Darwis</i>	
STUDI PENGEMBANGAN MIKROZONASI GEMPA UNTUK WILAYAH CILEGON BANTEN	GT - 161
<i>Enden Mina</i>	
ANALISIS STABILITAS TEBING PANTAI DI KAWASAN BUKIT PECATU KABUPATEN BADUNG BALI.....	GT - 169
<i>Made Dodiek Wiry Ardana dan Tjokorda Gde Suwarsa Putra</i>	
PENGARUH NILAI INDEKS PLASTISITAS TANAH LEMPUNG TERHADAP PERUBAHAN KUAT KOKOH TANAH LEMPUNG AKIBAT VARIASI KADAR AIR.....	GT - 175
<i>Paravita Sri Wulandari dan Daniel Tjandra</i>	
PEMANFAATAN LIMBAH BATUBARA SEBAGAI BAHAN STABILISASI TANAH LEMPUNG (STUDI KASUS KEC MUNJUL & CIKEUSIK, PROVINSI BANTEN).....	GT - 181
<i>Rama Indera Kusuma, Arief Budiman, Enden Mina, Apin Santosa, Fdhli Dzil Ikram</i>	
PEMANFAATAN LIMBAH KARBIT SEBAGAI BAHAN STABILISASI DAN PENGARUHNYA TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BEBAS (STUDI KASUS JALAN DESA CARENANG, SERANG).....	GT - 189
<i>Woelandari Fathonah, Rama Indera Kusuma, Enden Mina, Wiwien Suzanti</i>	
PENGUJIAN POTENSI LIKUIFAKSI MENGGUNAKAN <i>SHAKING TABLE</i> PADA <i>EMBANKMENT</i> DI ATAS TANAH GAMBUT	GT - 199
<i>Soewignjo Agus Nugroho, Agus Ika Putra, Muhamad Yusa, dan Ridho Ilahi</i>	
TUMPUAN BEKERJA DIATAS PERAIRAN DENGAN MEMBUAT LANTAI KERJA APUNG BERBAHAN DASAR BAMBUI	GT - 209
<i>Sulardi</i>	

Topik Struktur

PERBANDINGAN SPEKTRUM RESPONS DESAIN RSNI 1726:2018 DAN SNI 1726:2012 PADA 17 KOTA BESAR DI INDONESIA <i>Suradjin Sutjipto</i>	SK - 1
PENGARUH TULANGAN LONGITUDINAL TERHADAP KUAT GESER <i>REACTIVE POWDER CONCRETE</i> <i>Daniel Christianto, Widodo Kushartomo, Claudia Chandra, Dennis Kurniadi, David Surachmat</i>	SK - 11
ANALISIS PERILAKU STRUKTUR HOTEL DAFAM LOTUS MENGGUNAKAN <i>MOMENT RESISTING FRAME DAN ECCENTRICALLY BRACED FRAME</i> <i>Gati Annisa Hayu, Dwi Nurtanto dan Reza Kurniawan</i>	SK - 17
STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS MATERIAL PVA-ECC <i>Memed Timang Palembang, Yusri Limbongall dan M.L. Paembonan</i>	SK - 23
A REVIEW ON FIRE INSULATION TECHNOLOGIES OF STEEL STRUCTURE <i>Ni Komang Ayu Agustini, Andreas Triwiyono, Djoko Sulistyono dan Suyitno</i>	SK - 33
STUDI KAPASITAS LENTUR BALOK BETON BERTULANG MUTU TINGGI MENGGUNAKAN FLYASH GEOPOLYMER DAN ABU CANGKANG SAWIT SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN <i>Teuku Budi Aulia, Mochammad Affuddin, Muttaqin, Muhammad Zaki</i>	SK - 41
EFEKTIFITAS BALOK PERSEGI DAN BALOK GRID PADA KONSTRUKSI BETON BERTULANG DENGAN BERBAGAI VARIASI PANJANG BENTANG <i>Meilandy Purwandito, Ellida Novita Lydia, Eka Mutia</i>	SK - 51
KAJIAN KEKUATAN SEGMENT BATA KERATON UJI LABORATORIUM DAN ANALISIS NUMERIK <i>Sunarjo Leman</i>	SK - 61
ANALISIS DEFORMASI STRUKTUR TEROWONGAN AKIBAT GERAKAN KERETA API DALAM MASA 15 TAHUN <i>Muttaqin Hasan, Husaini, Nirwal Mahdi Abdullah</i>	SK - 69
ANALISA TINGKAT KERUSAKAN STRUKTUR KOLOM BANGUNAN GEDUNG TERKENA TSUNAMI DI ACEH BARAT <i>Samsunan, dan Dian Febrianti</i>	SK - 79
PEMODELAN STRUKTUR DERMAGA MENGGUNAKAN SISTEM PERLETAKAN METODE P-Y DAN SISTEM PERLETAKAN VIRTUAL FIXITY POINT <i>Ignatius Sudarsono, Dani Setiawan</i>	SK - 85
ANALISIS HUBUNGAN BEBAN - LENDUTAN PELAT BETON SERAT DENGAN PEMBEBANAN MERATA <i>Mardewi Jamal</i>	SK - 93
ANALISA SIMPANGAN GEDUNG 9 LANTAI AKIBAT BEBAN GEMPA RENCANA DI PROVINSI LAMPUNG <i>Sayed Ahmad Fauzan, Bintang Nugraha Wirawan, Ahmad Yudi</i>	SK - 101
PERILAKU STRUKTUR BANGUNAN DENGAN DINDING TERKEKANG <i>Ida Ayu Made Budiwati, Made Sukrawa, dan Pande Putu Thamara Puteri Paramitha</i>	SK - 111
PENILAIAN JEMBATAN RANGKA BAJA TRANSFIELD AUSTRALIA DENGAN METODE <i>FRACTURE CRITICAL MEMBER</i> (STUDI KASUS: JEMBATAN SIAK 2 PEKANBARU) <i>Widya Apriani, Shanti Wahyuni Megasari, Wella Alrisa Putri Loka</i>	SK - 119

PERILAKU SAMBUNGAN BATANG TARIK BAJA RINGAN DENGAN VARIASI SAMBUNGAN SEBIDANG	SK - 129
<i>Dinar Gumilang Jati, Michael Christian Budianto</i>	
ANALISIS STRUKTUR FLEKSIBEL TINGGI (HFS); PENYELESAIAN METODE ELEMEN HINGGA <i>COROTATIONAL</i> (FEM-CR)	SK - 137
<i>Anwar Dolu, Amrinsyah Nasution</i>	
ANALISIS KINERJA GEDUNG BERTINGKAT BERDASARKAN EKSENTRISITAS LAY OUT DINDING GESER TERHADAP PUSAT MASSA DENGAN METODE PUSHOVER	SK - 147
<i>Edy Purwanto, Agus Supriyadi dan Yulias Azmi Adhitama</i>	
ANALISIS LENDUTAN DAN SLIP PADA PELAT KOMPOSIT BETON-METAL <i>DECK</i> BERDASARKAN PERILAKU UJI STATIK	SK - 155
<i>Martinus Muliater, Johannes Tarigan, Roesyanto</i>	
PENINGKATAN TEGANGAN TIANG PANCANG DENGAN PERKUATAN CFRP DITINJAU SAAT PEMANCANGAN DENGAN MONITORING DAN GRLWEAP2010	SK - 165
<i>Rajinda Bintang, Johannes Tarigan</i>	
PENGARUH KEHILANGAN GAYA PRATEGANG PADA JEMBATAN BENTANG PANJANG	SK - 173
<i>Baskoro Abdi Praja</i>	
PEMANFAATAN TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR DENGAN TAMBAHAN HR-WR SEBAGAI PEMBUATAN BETON RINGAN	SK - 179
<i>Zulmahdi Darwis, Hendrian Budi B.K., Ahmad Muladi Akhwan</i>	
ANALISIS TEGANGAN REGANGAN KOLOM SAAT TERBAKAR MENGGUNAKAN STANDAR ISO 834	SK - 189
<i>Rahmiasari, Reni Suryanita dan Enno Yuniarto</i>	
ANALISA EKSPERIMENTAL DAMPAK PERBEDAAN ASTM DAN SNI TERHADAP PENGUJIAN TARIK BAJA TULANGAN	SK - 199
<i>Lena Tri Lestari, Mentari Septanya Sitorus, Han Ay Lie, Sri Tudjono</i>	
Topik Material	
MEMPERKIRAKAN KUAT TEKAN REACTIVE POWDER CONCRETE MENGGUNAKAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS	MT - 1
<i>Widodo Kushartomo, Leksmono Suryo Putranto, Agus Budi Dharmawan</i>	
STUDI AWAL <i>BIOGROUTING</i> DI UNIVERSITAS PELITA HARAPAN	MT - 9
<i>J. Widjajakusuma, L. Jap, M. Sugata, A. Zakaria, F. Lie, dan T.J. Tan</i>	
ANALISIS KARAKTERISTIK CAMPURAN LATASIR DENGAN MENGGUNAKAN AGREGAT BEKAS BONGKARAN BETON DAN BATU TABAS	MT - 15
<i>I Nyoman Arya Thanaya, I Gusti Raka Purbanto, I Made Agus Ariawan, Kadek Krishna Nugraha</i>	
DAKTALITAS DAN KAPASITAS LENTUR BALOK BETON BERTULANG DENGAN PERKUATAN GFRP-S.....	MT - 25
<i>Mufti Amir Sultan, Rudy Djamaluddin</i>	
<i>MECHANICAL PROPERTIES</i> MENGGUNAKAN <i>SULPHATE REDUCTION BACTERIA</i> (SRB) UNTUK DURABILITAS BETON PADA KONDISI AIR LAUT (<i>CHLORIDE</i>).....	MT - 31
<i>Teddy Tambunan, Effendi, dan Josep Derman Sakti Tampubolon</i>	

PENGARUH DURASI RENDAMAN AIR LAUT TERHADAP KINERJA CAMPURAN <i>STONE MATRIX ASPHALT</i> YANG MENGGUNAKAN BAHAN IKAT ASPAL PEN 60/70 DAN STARBIT E-55.....	MT - 37
<i>Miftahul Fauziah dan Nadhira Arfa Yusuf</i>	
PENGARUH LAMA PERENDAMAN TERHADAP KARAKTERISTIK LAPISAN AUS LASTON MENGGUNAKAN AGREGAT TERSELIMUT LIMBAH PLASTIK LDPE	MT - 47
<i>Ni Luh Shinta Eka Setyarini, Anissa Noor Tajuddin, dan Wisson Janadi</i>	
PENGARUH PENAMBAHAN <i>SUPERPLASTICIZER</i> TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON MEMADAT MANDIRI DENGAN SERAT SERABUT KELAPA	MT - 57
<i>Ade Lisantono dan Jenifer Yoan Wijadi</i>	
OPTIMASI PENGGUNAAN LIMBAH DARI TANAH GALIAN DI LAHAN ITERA SEBAGAI BAHAN CAMPURAN BATA CETAK	MT - 67
<i>Ahmad Yudi dan Nugraha Bintang Wirawan</i>	
PEMANFAATAN BATU BAUKSIT SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA BETON GEOPOLIMER BERBASIS <i>FLY ASH</i>	MT - 75
<i>Ade Lisantono, Husin, Junaedi Utomo, dan Yosendrick Haris Divanta Purba</i>	
PEMANFAATAN KERAK BOILER CANGKANG SAWIT SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON	MT - 83
<i>Lissa Opirina, Inseun Yuri Salena dan Abdul Rahim</i>	
PENGGUNAAN MATERIAL LEMBARAN IJUK SEBAGAI PERKUATAN LERENG PADA TANAH TEBING KEBUN KOPI.....	MT - 91
<i>Shyama Maricar, Benyamin Bontong, dan Nur Arifa</i>	
PENINGKATAN KEKUATAN TARIK BETON BERSERAT MENGGUNAKAN SERAT BAGIAN DALAM BAMBU	MT - 101
<i>Astuti Masdar, Ronny Junnaidy, Isra Miharti, Anita Dewi Masdar</i>	
PENENTUAN KOEFISIEN GESEK PADA SISTEM SAMBUNGAN BAMBU DENGAN KLOS KAYU	MT - 109
<i>Astuti Masdar, Noviarti dan Des Suryani</i>	
PENGARUH LIMBAH PLASTIK HITAM TERHADAP KUAT TEKAN BETON	MT - 117
<i>Gerry Hernawan S.R, Ignatius Ari W., Djoko Suwarno, dan Daniel Hartanto</i>	
PENGGUNAAN ABU PEMBAKARAN SAMPAH SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR PADA BATAKO.....	MT - 125
<i>Desi Putri, Rr. Mekar Ageng Kinasti, Endah Lestari, dan Muhammad Agung</i>	
PEMANFAATAN LIMBAH BATU SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN PASIR DAN ABU BATU SEBAGAI <i>FILLER</i>	MT - 131
<i>Johanes Januar Sudjati, Fiega Adhi Saptian, Fanriyanto</i>	
PENGARUH ZEOLIT ALAM SEBAGAI <i>FILLER</i> PADA LAPISAN AC-BC DITINJAU DARI NILAI INDEKS KEKUATAN SISA	MT - 139
<i>Alfian Saleh</i>	
PERILAKU FATIK PADA BALOK BETON BERTULANG DENGAN PERKUATAN LEMBAR GFRP YANG DIPENGARUHI RENDAMAN AIR LAUT	MT - 145
<i>Arbain Tata, Anthonius Fredirik Raffel, dan Rudy Djamaluddin</i>	
EVALUASI TEGANGAN IJIN HASIL UJI EMPIRIS TIGA JENIS KAYU TROPIS TERHADAP NILAI DESAIN ACUAN SNI 7973-2013	MT - 155
<i>Wiryanto Dewobroto dan Ricky Weinata Kurniawan</i>	

PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN PASIR LAMPUNG DAN PASIR BANGKA	MT - 165
<i>Indriasari dan Kresna Saputra</i>	
STUDI EXPERIMENTAL KARAKTERISTIK ASPAL BETON (AC-BC) DENGAN PEMANFAATAN \ BUTON ROCK ASPHALT	MT - 175
<i>M. Djaya Bakri, Daud Nawir, dan Achmad Zultan Mansur</i>	
STUDI KUAT TEKAN MORTAR DENGAN PENGGUNAAN TANAH DIATOMAE SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN	MT - 185
<i>Muttaqin Hasan, Taufiq Saidi, Sarah Soraya, dan Dahrul Abida</i>	
Topik Manajemen Konstruksi	
IDENTIFIKASI BESAR BIAYA SUMBER EMISI CO ₂ PEKERJAAN PENGECORAN STRUKTUR BETON BERTULANG PADA RUANG LINGKUP <i>GATE TO GATE</i>	MK - 1
<i>Devi Kumala Birgitta, Cindy Regan Handoyo, Hermawan dan Budi Setiyadi</i>	
KAJIAN TERHADAP METODE <i>e-PROCUREMENT</i> DI LINGKUNGAN SWASTA DAN PUBLIK PADA INDUSTRI KONSTRUKSI INDONESIA	MK - 9
<i>Nadia Diandra dan Koesmargono</i>	
ASESMEN KUALITAS KOMPONEN ARSITEKTURAL TIGA GEDUNG PERKANTORAN DI YOGYAKARTA DENGAN PRINSIP-PRINSIP CONQUAS DAN SIX SIGMA	MK - 19
<i>Peter F. Kaming dan Natassasanti</i>	
PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK DALAM MENENTUKAN DURASI KONTRAK BERBASIS KINERJA BERDASARKAN PAYOFF PEMERINTAH DAN KONTRAKTOR	MK - 29
<i>I Putu Artama Wiguna, Nadjadji Anwar dan Hanie Teki Tjendani</i>	
PEMAHAMAN TENAGA KONSTRUKSI TERHADAP PENERAPAN MUTU PEKERJAAN KONSTRUKSI	MK - 39
<i>Nirmalawati dan Shyama Maricar</i>	
BENTUK DAN TINGKAT PARTISIPASI MASYARAKAT DALAM PEMELIHARAAN INFRASTRUKTUR PEDESAAN DI KECAMATAN BUNGKU TENGAH KABUPATEN MOROWALI	MK - 47
<i>Fahirah F, Mastura Labombang dan Nur Anisa Usman</i>	
KAJIAN AWAL PERAN KOORDINASI DALAM PROSES KONSTRUKSI UNTUK MENGANTISIPASI KETERLAMBATAN PADA PROYEK X	MK - 53
<i>Manlian Ronald A. Simanjuntak dan Gusfica</i>	
IDENTIFIKASI RISIKO TAHAP KONSTRUKSI KAWASAN APARTEMEN X DI KOTA SEMARANG DALAM MENINGKATKAN KINERJA OPERASIONAL	MK - 63
<i>Manlian Ronald. A. Simanjuntak dan Jumadiono</i>	
KAJIAN AWAL PERAN CHANGE ORDER UNTUK DAPAT MENINGKATKAN KINERJA PROSES KONSTRUKSI PADA PROYEK GEDUNG PT. X DI JAKARTA	MK - 71
<i>Manlian Ronald A. Simanjuntak dan Andi Satryo Pamungkas</i>	
IDENTIFIKASI FAKTOR DAN VARIABEL KEPEMIMPINAN PROYEK BANGUNAN GEDUNG PT.X UNTUK MEWUJUDKAN PROSES KONSTRUKSI	MK - 79
<i>Manlian Ronald A. Simanjuntak dan Afrilia Fidelia Karina Bangun</i>	
ANALISIS METODE PERANCANGAN TERINTEGRASI RANCANG BANGUN (<i>DESIGN & BUILD</i>) DALAM MENINGKATKAN KINERJA PROSES KONSTRUKSI PROYEK PERUMAHAN DI TANGERANG SELATAN	MK - 87
<i>Manlian Ronald A. Simanjuntak dan Fransiskus Asisi Adhi Aryoko</i>	

IDENTIFIKASI RISIKO KETERLAMBATAN PENYEDIAAN ALAT PROYEK <i>OFFSHORE</i> PHE-WMO DI PT. X JAKARTA	MK - 95
<i>Manlian Ronald A. Simanjuntak dan Krisna Widhyariana</i>	
THE APPLICATION OF ANALYTIC NETWORK PROCESS TO REVIEW THE CAUSES OF CONSTRUCTION DISPUTES	MK - 105
<i>Elsya Patresia and A. Koesmargono</i>	
ANALISIS OPERASI TUNNELING DENGAN METODE NATM PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL CISUMDAWU	MK - 113
<i>Muhamad Abduh, Reini D. Wirahadikusumah, Muhammad Iqbal, Novinda Annisa A dan Valensio Ryandi L</i>	
PENINGKATAN KOMPETENSI PERANCANGAN BAGI SARJANA TEKNIK SIPIL ITB	MK - 123
<i>Muhamad Abduh, Biemo W. Soemardi dan Aris Aryanto</i>	
ANALISIS BIAYA SELAMA SIKLUS HIDUP UNTUK RUSUNAWA DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA	MK - 133
<i>Albani Musyafa'</i>	
EFEKTIFITAS PENGELOLAAN LIMBAH KONSTRUKSI PADA PROYEK GEDUNG DI KABUPATEN BADUNG	MK - 141
<i>I Nyoman Yudha Astana</i>	
ANALISIS KEPUASAN PENGGUNA BANGUNAN PONDOK INDAH MATANI	MK - 149
<i>Sebastianus Baki Henong, Yoseph Alfridus Dalla dan Agustinus Patiraja</i>	
ANALISIS KOEFISIEN HARGA SATUAN PEKERJAAN PELAT LANTAI BETON DENGAN <i>STEEL DECK</i> PADA BANGUNAN GEDUNG	MK - 159
<i>Dewa Ketut Sudarsana, I Gusti Ketut Sudipta dan Desak Putu Yuyun Juniati</i>	
FRAMEWORK INFRASTRUKTUR BERKELANJUTAN DAN BERKETAHANAN IKLIM DI INDONESIA	MK - 165
<i>Wulfram I. Ervianto</i>	
PENGARUH GAYA KEPEMIMPINAN TERHADAP KINERJA TIM KERJA PROYEK KONSTRUKSI DI DKI JAKARTA	MK - 171
<i>Bambang Endro Yuwono, Rafliis dan Tyas Sundari</i>	
PENILAIAN RISIKO PELAKSANAAN PROYEK LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) JABODEBEK	MK - 177
<i>Bimo Dwi Hartono, Bambang E. Yuwono dan Julia Damayanti</i>	
STUDI MENGENAI KESIAPAN KONTRAKTOR BUMN DALAM MENGIMPLEMENTASIKAN METODE DISPUTE BOARD (DB) SEBAGAI SALAH SATU UPAYA PENYELESAIAN SENGKETA KONSTRUKSI DI INDONESIA	MK - 185
<i>Felix Hidayat dan Janice Zefira</i>	
PENYEBAB, TIPE DAN DAMPAK KECELAKAAN KERJA KONSTRUKSI PADA PROYEK GEDUNG BERTINGKAT TINGGI DI KOTA JAKARTA	MK - 195
<i>Felix Hidayat dan Melvin Kalinggo</i>	
ANALISIS PENERAPAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) PADA PROYEK PEMBANGUNAN MESJID AGUNG A'LA NAGAN RAYA	MK - 205
<i>Chaira, Zakia dan Mohd. Samsu</i>	
STUDI PERBANDINGAN PENYELESAIAN SENGKETA KONSTRUKSI DENGAN CARA ARBITRASE DAN LITIGASI DITINJAU TERHADAP BIAYA DAN WAKTU	MK - 213
<i>Mardi Aman dan Aripan Saipulloh</i>	

ANALISIS RISIKO INVESTASI PERUMAHAN KELAS MENENGAH KEATAS DENGAN PROGRAM @RISK (STUDI KASUS DI KABUPATEN BADUNG BALI)	MK - 221
<i>Ni Komang Armaeni dan I Putu Ari Sanjaya</i>	
ANALISIS PENERAPAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) PADA PROYEK GEDUNG	MK - 231
<i>I.A. Rai Widhiawati</i>	
KESUKSESAN PENERAPAN SISTEM MANAJEMEN MUTU DI INDUSTRI KONSTRUKSI	MK - 237
<i>Anak Agung Diah Parami Dewi dan Mayun Nadiasa</i>	
ANALISIS OPTIMASI PERCEPATAN DURASI PROYEK PADA PEMBANGUNAN GEDUNG OLAHRAGA JAYATA BOLU DENGAN METODE <i>LEAST COST ANALYSIS</i>	MK - 243
<i>Parea R. Rangan, Jacob Bokko, Harni E. Tarru, Henrianto Masiku dan Panca Mawa' Ratu</i>	
IDENTIFIKASI KONDISI DAN KEBUTUHAN BIAYA BANTUAN REHABILITASI RUMAH TIDAK LAYAK HUNI DI KABUPATEN MOROWALI	MK - 251
<i>Mastura Labombang, Fahirah F dan Aritman</i>	
HUBUNGAN ANTARA USIA DAN PENGALAMAN KERJA DENGAN KINERJA <i>SITE ENGINEER</i> DAN <i>SITE MANAGER</i> DI YOGYAKARTA	MK - 257
<i>Nectaria Putri Pramesti</i>	
IMPLEMENTASI REKAYASA NILAI PADA PERENCANAAN PEKERJAAN PONDASI PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG MULTIGUNA	MK - 265
<i>Edison Hatoguan Manurung dan Mardiaman</i>	
ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN GALIAN TANAH	MK - 275
<i>Ferianto Raharjo dan Fenny Natalia Ratnasari</i>	
ANALISIS KOMPOSISI PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEMBANGUNAN PERUMAHAN BUMI RAKATA ASRI CILEGON	MK - 283
<i>Andi Maddeppungeng dan Emira Rendini</i>	
KAJIAN ALTERNATIF KOMBINASI ALAT BERAT PADA PEKERJAAN TANAH DI APARTEMEN TAMANSARI ISWARA BEKASI	MK - 289
<i>Katarina Rini Ratnayanti dan Nur Laeli Hajati</i>	
EFEKTIFITAS PENGGUNAAN BATU BATA RINGAN PADA PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS ILMU ADMINISTRASI UNIVERSITAS MADURA	MK - 299
<i>Dedy Asmaroni dan Moh. Abdus Syukur</i>	
POLA UMUM RANTAI PASOK PENGADAAN PROYEK KONSTRUKSI JALAN DAN JEMBATAN	MK - 309
<i>Josefine Ernestine Latupeirissa, Jonie Tanijaya dan Irwan Lie KW</i>	
KINERJA MANAJEMEN PEMELIHARAAN DAN KEPUASAN PENGGUNA: STUDI KASUS GEDUNG PUSAT PERBELANJAAN DI YOGYAKARTA	MK - 319
<i>I Nyoman Adi Nugraha Katulistiwa dan Harijanto Setiawan</i>	
PERUBAHAN PENGGUNAAN MATERIAL PLAT LANTAI BETON BERTULANG DISEBABKAN PERBEDAAN ZONASI GEMPA	MK - 327
<i>Mubarak, Abdullah, Medyan Riza dan Yulia Hayati</i>	
ANALISIS BREAK EVEN POINT ANTARA PENGGUNAAN <i>TOWER CRANE</i> DENGAN <i>CONCRETE PUMP</i> PADA PENGECORAN BALOK DAN PLAT LANTAI BETON	MK - 335
<i>I Wayan Yansen, Dewa Ketut Sudarsana dan Made Dwiki Semaraditya Permana Wirya</i>	

PENGGUNAAN MODEL STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG UNTUK MENGANALISIS RASIO PENGGUNAAN TULANGAN BALOK BETON BERTULANG	MK - 341
<i>Tripoli, Nurisra, Tri Wira Satria dan Puteri Lissa Mukhlisien</i>	
ANALISIS IMPLEMENTASI <i>NEW ISO-9001:2015</i> PADA PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI	MK - 349
<i>Nyoman Martha Jaya, Wayan Yansen dan Ni Ketut Santika Dewi</i>	
ANALISIS FINANSIAL DAN EKONOMI PENGEMBANGAN DAERAH IRIGASI BAJAYU-SERDANG BEDAGAI	MK - 359
<i>Mahliza Nasution, Makmur Ginting dan Roesyanto</i>	
PENERAPAN ANALISIS FUNGSI MENGGUNAKAN <i>FUNCTION ANALYSIS SYSTEM TECHNIQUE (FAST) DIAGRAM (STUDI KASUS SANUR INDEPENDENT SCHOOL)</i>	MK - 365
<i>Agung Yana, A.A. Gde, Marthajaya, Nyoman dan Erick Triswandana, I Wayan Gede</i>	
ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL PEMASANGAN GAS ALAM DAN DAMPAKNYA TERHADAP PENGURANGAN KEMISKINAN (PEMASANGAN GAS ALAM DI KECAMATAN SUKAKARYA KABUPATEN MUSI RAWAS)	MK - 373
<i>Ely Mulyati dan Abi Hendratno</i>	
EVALUASI PEMELIHARAAN BANGUNAN SMA NEGERI DI KOTA TANGERANG DAN PERSEPSI KEANDALAN BANGUNAN	MK - 381
<i>Darmawan Pontan dan Aden Rizqi Ayyubi</i>	
FAKTOR SUKSES DALAM PROSES KOLABORASI DESAIN (STUDI KASUS <i>BIRD'S NEST BEIJING NATIONAL STADIUM</i>)	MK - 389
<i>Herlina Suciati</i>	
PERAWATAN DAN PEMELIHARAAN GEDUNG SEKOLAH UNTUK MEWUJUDKAN BAGUNAN GEDUNG LAIK FUNGSI	MK - 399
<i>Dewi Yustiarini</i>	
IDENTIFIKASI RISIKO TAHAP PERENCANAAN PROYEK DALAM MENINGKATKAN KINERJA PEMBIAYAAN PROYEK APARTEMEN X SEMARANG	MK - 409
<i>Manlian Ronald A. Simanjuntak dan Bagus Garundita</i>	
ANALISIS KINERJA KELAYAKAN KPS/KPBU JALAN TOL DENGAN MENERAPKAN SISTEM INSENTIF PEMANFAATAN RUANG (STUDI KASUS JALAN TOL BALI MANDARA)	MK - 419
<i>Putu Ika Wahyuni, Sarwono Hardjomuljadi, Hendrik Sulistio dan Koespiadi</i>	
IDENTIFIKASI FAKTOR RISIKO KETERLAMBATAN PEMBANGUNAN GEDUNG SEKOLAH DALAM MENINGKATKAN KINERJA WAKTU	MK - 429
<i>Manlian Ronald A. Simanjuntak dan Sendi S. Wijayanti</i>	
ANALISIS FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KEPATUHAN PELAKSANA KONSTRUKSI TERHADAP KONTRAK KONSTRUKSI (BPJN XIV PALU)	MK - 437
<i>Irene Karim, Nirmalawati dan Fahirah F</i>	
AUDIT INDEPENDEN PADA PENYELESAIAN PERSELISIHAN PROYEK BANGUNAN PUBLIK: STUDI KASUS BANGUNAN RUMAH SAKIT	MK - 443
<i>Ferry Hermawan dan Herry Ludiro Wahyono</i>	
 Topik Kawasan dan Lingkungan	
PENGELOLAAN SAMPAH OPEN DUMPING, SANITARY LANDFILL, INCENERATOR UNTUK KOTA BANDUNG, KABUPATEN BANDUNG DAN BANDUNG BARAT	KL - 1
<i>Rina Marina Masri</i>	

KAJIAN <i>GRIDDING METHOD</i> UNTUK MEMBUAT <i>CONTOUR LINE, POST MAP</i> DAN <i>WIREFRAME</i> PETA SITUASI PEKERJAAN TEKNIK SIPIL	KL - 9
<i>Iskandar Muda Purwaamijaya</i>	
REVITALISASI PASAR TERAPUNG DI BANJARMASIN SEBAGAI SARANA BERKELANJUTAN KOTA	KL - 19
<i>Amos Setiadi, Shellyana Junaedi</i>	
KUALITAS AIR TANAH DANGKAL DI KECAMATAN PEKALONGAN UTARA AKIBAT INTRUSI AIR LAUT (STUDI KASUS: PANTAI PANJANG)	KL - 29
<i>Rokhman Ristadi, Eldo Stannyson, Djoko Suwarno, dan Budi Santosa</i>	
EVALUASI DAN PENANGANAN INSTALASI PENGOLAHAN LINDI (IPL) DI TEMPAT PEMROSESAN AKHIR (TPA) MANDUNG, KABUPATEN TABANAN	KL - 37
<i>Kadek Diana Harmayani, Ni Made Ari Utami</i>	
APLIKASI KONSEP KONSERVASI AIR PADA HOTEL BINTANG TIGA DI SURABAYA	KL - 45
<i>Herry Pintardi Chandra, dan Cilcia Kusumastuti</i>	
ANALISIS DIMENSI DRAINASE PADA ZONA KAMPUS UNIVERSITAS TEUKU UMAR SEBAGAI UPAYA MEMINIMALISIR DAMPAK BANJIR	KL - 53
<i>Muhammad Arrie Rafshanjani Amin, Muhammad Ikhsan, dan Jamaluddin</i>	
ANALISIS KELEMBAGAAN DAN KONFLIK PENGELOLAAN KAWASAN PESISIR DALAM PENYELENGGARAAN PENATAAN RUANG WILAYAH PROVINSI BALI	KL - 63
<i>Anom Wiryasa, Ari Sanjaya</i>	
PERANCANGAN KAWASAN WISATA TEPI AIR SEBAGAI RUANG PUBLIK STUDI KASUS: PANTAI CARITA, KABUPATEN PANDEGLANG – BANTEN	KL - 71
<i>Rifky Ujianto, Basauli Umar Lubis, Budi Rijanto</i>	
Topik Transportasi	
PENGEMBANGAN TEKNOLOGI APILL BERBASIS ARTIFICIAL INTELLIGENT	TR - 1
<i>Budi Yulianto</i>	
KAJIAN PENERAPAN HYPERLOOP MODA TRANSPORTASI CEPAT PENGHUBUNG JAKARTA - YOGYAKARTA	TR - 9
<i>Okkie Putriani, Dwijoko Ansusanto, dan Imam Basuki</i>	
EVALUASI KEPUASAN PENUMPANG TERHADAP KUALITAS PELAYANAN KERETA BANDARA INTERNASIONAL SOEKARNO-HATTA	TR - 19
<i>Robertus Haprinto Dwi Ristiawan, dan Poesi Eliza Purnamasari</i>	
KAJIAN PENERAPAN UNDERPASS PADA SIMPANG JL. BYPASS NGURAH RAI - JL. KAMPUS UNUD JIMBARAN, BALI	TR - 29
<i>Putu Alit Suthanaya, dan Made Gede Bayu Janasuputra</i>	
EVALUASI RESPONS MEKANISTIK PADA PERKERASAN LENTUR DENGAN VARIASI KONDISI DRAINASE DAN PEMBEBANAN BERLEBIH	TR - 39
<i>Anissa Noor Tajudin, Ni Luh Shinta Eka Setyarini, dan Januar Khalik</i>	
KAJIAN BIAYA PERJALANAN ANGKUTAN UMUM BERDASARKAN WILLINGNESS TO PAY, ABILITY TO PAY DAN BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN (STUDI KASUS : ANGKUTAN UMUM RUTE RANTEPAO – MAKALE)	TR - 49
<i>Ermitha Ambun RD, Harni Eirene Tarru, Parea R. Rangan, dan Melisa Matius</i>	

ANALISIS TUNDAAN KENDARAAN DI SIMPANG TIGA TIDAK BERSINYAL BERBASIS MIKRO SIMULASI.....	TR - 59
<i>Sumarni Hamid Aly, Muralia Hustim, dan Andi Auliya Wahab</i>	
ANALISIS EMISI GAS RUMAH KACA PADA TAHAP PRODUKSI MATERIAL DAN KONSTRUKSI PERKERASAN JALAN LENTUR	TR - 69
<i>Fajar Sri Handayani, Florentina Pungky P, Mochamad Agung W, dan Ary Setyawan</i>	
MODEL MATEMATIK PEMILIHAN JENIS PERKERASAN JALAN KABUPATEN DENGAN METODE EKONOMETRIKA.....	TR - 75
<i>A.R. Indra Tjahjani, dan Vector Anggit Pratama</i>	
ANALISIS FASILITAS DIFABEL TERMINAL PULOGEBOANG	TR - 85
<i>Ken Garda Pinilih, dan A.R. Indra Tjahjani</i>	
ANALISA PERBAIKAN PELAYANAN TRANSPORTASI TERHADAP TINGKAT KEPUASAN PENGGUNA KERETA API CIREBON EKSPRES DAN KERETA API TEGAL BAHARI	TR - 97
<i>Erna Savitri, dan Muhammad Ezra Pratama</i>	
EVALUASI TINGKAT KEPUASAN PENGGUNA BUS TRANSJAKARTA KORIDOR 13 DITINJAU DARI KENYAMANAN DAN KEAMANAN	TR - 105
<i>Erna Savitri, AR. Indra Tjahjani, dan Malinda Rahmawaty</i>	
ANALISIS MODULUS KEKAKUAN CAMPURAN ASPAL (Sm) BERDASARKAN PENDEKATAN MODEL EMPIRIS DAN PENGUJIAN MEKANISTIK.....	TR - 113
<i>IMA Ariawan, dan INW Negara</i>	
MANAJEMEN RISIKO KESELAMATAN LALU LINTAS INFRASTRUKTUR JALAN DI INDONESIA.....	TR - 119
<i>Dwi Prasetyanto, Indra Noer Hamdhan, dan Sofyan Triana</i>	
ANALISIS KERUSAKAN JALAN PERINTIS KEMERDEKAAN KLATEN MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA	TR - 127
<i>J.Dwijoko Ansusanto, dan Luke Ivander Evan</i>	
ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL (JL. BUNGA RAYA - JL. PEMBANGUNAN KOTA BATAM) TERHADAP LARANGAN BELOK KANAN	TR - 137
<i>Triyoga, Nadia Khaira Ardi, dan Harry Kurniawan</i>	
KAJIAN TEKNIS STANDAR PELAYANAN TERMINAL PENUMPANG BANDAR UDARA KASIGUNCU KABUPATEN POSO	TR - 147
<i>JF Soandrijanie L, dan Stevi Suryaningsi Ruge</i>	
PENGARUH POROSITAS AGREGAT TERHADAP KADAR ASPAL CAMPURAN AC-WC.....	TR - 157
<i>Muthia Anggraini, Alfian Saleh, dan Hendri Rahmat</i>	
IDENTIFIKASI BLACKSITE DAN BLACKSPOT DI KOTA DENPASAR.....	TR - 165
<i>Ardi Pradana, Anastasia Yulianti, dan Djoko Setijowarno</i>	
OPTIMASI PENENTUAN TERMINAL BARANG MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS	TR - 175
<i>Hendrian Budi Bagus Kuncoro, Dwi Esti Intari, dan Nauval Afdlila</i>	
ANALISIS EMISI GAS BUANG DI SEKTOR TRANSPORTASI STUDI KASUS DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA.....	TR - 185
<i>Rista Dewi Liani, dan Imam Basuki</i>	

EVALUASI TARIF ON-STREET PARKING BERDASARKAN ABILITY TO PAY (ATP) DAN WILLINGNESS TO PAY (WTP) DI KAWASAN PLAZA PANGKALPINANG – BANGKA TRADE CENTER KOTA PANGKALPINANG.....	TR - 195
<i>Revy Safitri, dan Ririn Amelia</i>	
EVALUASI TINGKAT KERUSAKAN JALAN PADA PERKERASAN KAKU DENGAN METODE PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) DAN CARA PERBAIKANNYA (STUDI KASUS : JALAN INSINYUR SUTAMI – KABUPATEN TANGERANG)	TR - 201
<i>Dwi Esti Intari, Woelandari Fathonah, dan Gilang Wicaksono</i>	
EVALUASI SIMPANG BERSINYAL TERHADAP PINTU KELUAR MALL BOEMI KEDATON DAN EVALUASI U TURN JALAN SULTAN AGUNG	TR - 211
<i>M. Abi Berkah Nadi</i>	
PENGGUNAAN KONSEP TOD PADA STRUKTUR RUANG DAN KAITAN TERHADAP BANGKITAN DAN TARIKAN DI KOTA BANDA ACEH	TR - 221
<i>Noer Fadhlly, dan Sirojuzilam</i>	
KELAYAKAN EKONOMI PERBAIKAN JALAN ARGOPURO KABUPATEN BANYUWANGI	TR - 229
<i>Willy Kriswardhana, Nunung Nuring Hayati, dan Januar Prihantoro</i>	
EVALUASI KAPASITAS KEBUTUHAN GEDUNG PARKIR SEPEDA MOTOR DAN MOBIL (STUDI KASUS : MEGA MALL BATAM CENTRE)	TR - 237
<i>Okti Afria Dela, Nadia Khaira Ardi, dan Harry Kurniawan</i>	
ANALISIS KAPASITAS RUNWAY BANDARA SOEKARNO-HATTA	TR - 249
<i>Rosalinda Avelina, Sunie Rahardja, dan Jack Widjajakusuma</i>	
ANALISIS FASILITAS PARKIR TERMINAL 3 BANDARA INTERNASIONAL SOEKARNO - HATTA.....	TR - 259
<i>Monica Aditya, Sunie Rahardja, dan Jack Widjajakusuma</i>	
PERENCANAAN KAPASITAS KERETA BANDARA SOEKARNO-HATTA DAN KERETA LAYANG SEBAGAI SISTEM TRANSIT YANG TERINTEGRASI	TR - 269
<i>Devina Hamdani, Sunie Rahardja, dan Jack Widjajakusuma</i>	
ANALISIS FASILITAS PENYEBERANGAN ORANG (STUDI KASUS : JPO KAWASAN INDUSTRI MUKA KUNING KOTA BATAM).....	TR - 279
<i>Harry Kurniawan, dan Nadia Khaira Ardi</i>	
ANALISIS TARIF TOL DENGAN MENGGUNAKAN ABILITY TO PAY (ATP), WILLINGNESS TO PAY (WTP) DAN BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN (BOK) (STUDI KASUS : RENCANA JALAN TOL BALIKPAPAN - SAMARINDA)	TR - 289
<i>Triana Sharly Permaisuri Arifin</i>	
 Topik Keairan	
PEMANFAATAN CITRA SATELIT SPOT DALAM ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DI KABUPATEN JEMBRANA.....	AR - 1
<i>Putu Aryastana, I Made Ardantha, dan Anak Agung Sagung Dewi Rahadiani</i>	
ANALISIS FREKUENSI CURAH HUJAN EKSTRIM DI KABUPATEN NAGAN RAYA MENGGUNAKAN KAEDAH L-MOMENT	AR - 7
<i>Andi Rinaldi, Alfiansyah Yulianur, dan Yulizar</i>	
ANALISIS TINGKAT BAHAYA EROSI LAHAN PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI KRUENG SEUNAGAN KABUPATEN NAGAN RAYA.....	AR - 15
<i>Muhammad Ikhsan, Meidia Refiyanni dan Reni Sultianita</i>	

KONTRIBUSI EROSI LAHAN TERHADAP SEDIMENTASI WADUK (STUDI KASUS WADUK KEDUNGOMBO)	AR - 25
<i>Bambang Sulistiono, dan Rani Risty Fauzi</i>	
EVALUASI KINERJA DAN PENGEMBANGAN PELABUHAN TANJUNG RINGGIT PALOPO	AR - 35
<i>Dian Pranata Putra Ambali, dan Reni Oktaviani Tarru</i>	
STUDI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI OSCILATING WATER COLUMN DI PERAIRAN KALIBURU KATA	AR - 45
<i>Setiyawan, Erwin Affandy, dan Lisa Arnita Anzar</i>	
STUDI KERAPATAN JARINGAN STASIUN HUJAN DI DAS CISADANE MENGGUNAKAN METODE KAGAN RODDA	AR - 55
<i>Utari Dwi Lestari, Sih Andajani, dan Dina P. A. Hidayat</i>	
MODEL PERSAMAAN RATING CURVE MENGGUNAKAN PENDEKATAN REGRESI PADA BENDUNG BATANG SAMO KABUPATEN ROKAN HULU	AR - 65
<i>Joleha, Nurdin, Siswanto, Imam Suprayogi dan Mhd. Sidiq Dwi Saputra</i>	
UPAYA KONSERVASI UNTUK MEREDUKSI BANJIR DI SUB-DAS CISADANE HULU AKIBAT PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN	AR - 73
<i>Amel El Dinne Abdallah, Sih Andajani, Dina P. A. Hidayat</i>	
PENGELOLAAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR DI MUARA SUNGAI AYUNG PROVINSI BALI BERBASIS KEARIFAN LOKAL	AR - 83
<i>I Gusti Agung Putu Eryani, dan Cok Agung Yujana</i>	
PENYIAPAN AIR BAKU UNTUK KAWASAN EKONOMI KHUSUS (KEK) MANDALIKA KABUPATEN LOMBOK TENGAH	AR - 91
<i>Siti Nurul Hijah, dan Sabilaarsyad</i>	
PERAN GEOLISTRIK DALAM PEMBUATAN SUMUR BOR DEKAT PANTAI.....	AR - 101
<i>I Nengah Simpen, I Wayan Redana, dan Ni Nyoman Pujianiki</i>	
IDENTIFIKASI INDEKS KERENTANAN DI KOTA PEKANBARU TERHADAP BENCANA BANJIR	AR - 107
<i>Bambang Sujatmoko, Rinaldi, dan Yudha Andestian</i>	
PERILAKU GERUSAN LOKAL PADA MODEL PILAR JEMBATAN AKIBAT BANJIR BANDANG (FLASH FLOOD) YANG MENGANGKUT MATERIAL SEDIMEN	AR - 117
<i>Maimun Rizalihadi, Arifiansyah, dan Nina Shaskia</i>	
PROFIL IRIGASI PADA DAS TUKAD PAKERISAN DI KABUPATEN GIANYAR.....	AR - 127
<i>Pujianiki Ni Nyoman</i>	
PENANGGULANGAN DAN PENGENDALIAN BANJIR PERTEMUAN SUNGAI HULU – HILIR DAS CIUJUNG BERDASARKAN SNI 2415:2016	AR - 135
<i>Restu Wigati, Soedarsono, dan Andhika Setyo Raharjo</i>	
PERENCANAAN BENDUNG PENAHAN SEDIMEN NOMOR 1 DI HULU SUNGAI CIBERANG KECAMATAN CIPANAS KABUPATEN LEBAK SERANG.....	AR - 145
<i>Gunawan Noor, Telly Rosdiyani, dan Achmad Firman A</i>	
ANALISIS SEDIMENTASI DI SUNGAI RIKO – PENAJAM BERDASARKAN PEMODELAN HIDRODINAMIKA	AR - 153
<i>Fitri Suciaty, Putri Kemili, dan Tommy Harkey</i>	

ANALISIS KEBUTUHAN SUMUR RESAPAN DI KECAMATAN ENGGAL SEBAGAI UPAYA KONSERVASI AIR TANAH PEMERINTAH KOTA BANDAR LAMPUNG	AR - 161
<i>Ayudia Hardiyani Kiranaratri, Sayed Ahmad Fauzan, dan Dharmawan Setiyoko</i>	
PENGEMBANGAN JARINGAN PIPA AIR MINUM ANTAR PULAU DENGAN PIPA BAWAH LAUT MENGGUNAKAN METODE TT	AR - 171
<i>Tri Suyono, dan Wati Asriningsih Pranoto</i>	
PENGEMBANGAN MIKRO HIDRO UNTUK INSTALASI PENGOLAHAN AIR DI INDONESIA	AR - 179
<i>Tri Suyono, dan Lita Asyriati Latif</i>	
PENGARUH KECEPATAN ARUS TERHADAP EROSI SUNGAI SIAK DAN KERUSAKAN DINDING PENAHAN TANAH	AR - 189
<i>Fitridawati Soehardi, dan Marta Dinata</i>	
ANALISIS LAJU SEDIMEN SUNGAI PROGO PADUKUHAN BENDO, DESA TRIMURTI, KABUPATEN BANTUL YOGYAKARTA	AR - 197
<i>Agatha Padma Laksitaningtyas, dan Absi Tonapa</i>	
PENGARUH LAMA DAN DISTRIBUSI HUJAN TERHADAP HIDROGRAF BANJIR	AR - 203
<i>Ratih Nurmal Saridewi, Joko Sujono dan Rachmad Jayadi</i>	
KAJIAN INDEKS KERENTANAN PESISIR DI PANTAI ANYER KABUPATEN SERANG PROVINSI BANTEN.....	AR - 211
<i>Ika Sari Damayanthi Sebayang, Mawardi Amin, dan Carolina Masriani Sitompul</i>	
DAMPAK PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP BANJIR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI BATANGHARI JAMBI.....	AR - 223
<i>Nurya Utami, Asep Sapei, dan Apip</i>	
MONITORING OF IMPLEMENTED TECHNOLOGIES FOR WATER TREATMENT IN WONOSARI PUBLIC HOSPITAL.....	AR - 231
<i>Angraini, A.K, Indira R, Matthies,K, Marjianto, Silva A, Kaiser M, Fuchs, S, and Obst, U</i>	

IDENTIFIKASI BESAR BIAYA SUMBER EMISI CO₂ PEKERJAAN PENGECORAN STRUKTUR BETON BERTULANG PADA RUANG LINGKUP GATE TO GATE

Devi Kumala Birgitta¹, Cindy Regan Handoyo¹, Hermawan^{2,3} dan Budi Setiyadi²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata,
Email: devikumala14@gmail.com; cindyregan96@gmail.com

²Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata

³Anggota Kelompok Peneliti Manajemen Konstruksi

Universitas Katolik Soegijapranata, Jl. Pawiyatan Luhur IV/1 Bendan Dhuwur Semarang 50234
Email: hermawan.mrk@gmail.com

ABSTRAK

Emisi carbon dioxide (CO₂) merupakan salah satu gas rumah kaca yang dihasilkan oleh industri konstruksi. Industri konstruksi berperan sebagai kontributor utama dari manufaktur, rantai pasok konstruksi, dan pelaksanaan konstruksi. Persentase emisi CO₂ dari manufaktur material konstruksi berkisar antara 93,7%-98,6%, dari rantai pasok konstruksi berkisar antara 0,1%-5,2%. Sementara itu, salah satu persentase emisi CO₂ pada pelaksanaan pekerjaan konstruksi adalah pekerjaan pengecoran struktur beton bertulang. Besar emisi CO₂ dari pekerjaan tersebut berkisar antara 0,03%-1,2%. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi besarnya biaya akibat emisi CO₂ yang ditimbulkan pada pekerjaan tersebut. Besar emisi CO₂ yang diindikasikan turut menentukan besarnya biaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sumber emisi CO₂ terhadap besaran biaya pada pekerjaan struktur beton bertulang. Ruang lingkup penelitian ini adalah *gate to gate* yaitu pada pekerjaan pengecoran struktur beton bertulang bangunan tingkat tinggi dengan menggunakan tower crane dan concrete pump. Tahapan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari pemodelan aktivitas pekerjaan dengan CYCLONE. Selanjutnya, diestmasi besarnya emisi CO₂ dengan menggunakan formula dari penelitian yang telah dilaksanakan sebelumnya. Kedua tahapan tersebut digunakan sebagai dasar untuk mengestimasi besarnya biaya yang diindikasikan sebagai sumber emisi CO₂. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pelaksanaan pekerjaan pengecoran menggunakan *tower crane*, diperoleh estimasi emisi CO₂ ± 239,87 kg.CO₂ dengan besar biaya Rp. 241.711,00/hari, sedangkan untuk concrete pump sebesar ± 84,56 kg.CO₂ dengan besar biaya Rp. 1.560.000/hari/tangki.

Kata kunci: biaya, sumber emisi CO₂, *gate to gate*

1. PENDAHULUAN

Emisi *carbon dioxide* (CO₂) merupakan salah satu gas rumah kaca yang signifikan jika dibandingkan terhadap gas rumah kaca yang lainnya, *methane* (CH₄), *nitrous dioxide* (N₂O), *hydrofluorocarbons* (HFCs), *perfluorocarbons* (PFCs), dan *sulphur hexafluoride* (SF₆) (Seo dan Hwang, 2001). Emisi CO₂ merupakan hasil dari kegiatan industri, transportasi, deforestasi, dan degradasi hutan yang berupa gas-gas polutan (Pirkko dan Nyronen, 1990). Sektor industri berkontribusi sebesar 21% terhadap emisi CO₂ yang ada di dunia. Salah satu kegiatan industri yang ikut berkontribusi terhadap peningkatan emisi CO₂ adalah industri konstruksi. Hong (2014) menyatakan industri konstruksi, sebagai kontributor utama dari gas rumah kaca, mempunyai peran penting dalam pemanasan global. Bahkan industri konstruksi bertanggung jawab atas 40% konsumsi energi global dan turut berkontribusi sebesar lebih dari 30% dari total emisi CO₂ di dunia (Magoulès dan Zhao, 2012; Hong, 2014; Chou dan Yeh, 2015).

Berdasarkan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2016), 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. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2017, jenis proyek konstruksi bangunan gedung memiliki persentase yang cukup signifikan dan mempunyai dampak negatif terhadap peningkatan emisi CO₂.

Menurut Loftabadi (2014), jenis bangunan gedung yang diindikasikan sebagai sumber emisi CO₂ adalah bangunan tingkat tinggi. Berdasarkan data *Council on Tall Buildings and Urban Habitat* (CTBUH, 2016), sudah tercatat kurang lebih ada 154 bangunan tingkat tinggi yang telah diselesaikan pada tahun 2017 di Indonesia. Bangunan tingkat tinggi

tersebut tersebar di beberapa kota yang ada di Indonesia, salah satunya adalah Kota Surabaya. Menurut Nielsen (2008), semakin tinggi bangunan yang dibangun maka kebutuhan energi dan penggunaan material akan semakin besar. Oleh karena itu, bangunan tingkat tinggi mempunyai potensi sebagai kontributor terhadap peningkatan emisi CO₂ (Loftabadi, 2014). Kontribusi emisi CO₂ dari bangunan tingkat tinggi berasal dari manufaktur, rantai pasok konstruksi dan pelaksanaan konstruksi. Pada bagian manufaktur, salah satu material yang diindikasikan sebagai sumber emisi CO₂ adalah semen. Semen menjadi material tertinggi yang berkontribusi terhadap peningkatan emisi CO₂ (Bribián dkk., 2011). Pada umumnya, penggunaan semen untuk struktur beton bertulang melalui proses pengolahan di *batching plant*. Keluaran dari *batching plant* biasanya disebut dengan beton *ready mix*.

Hong (2014) menyatakan bahwa beton sebagai material konstruksi yang penting dan sering digunakan, turut berkontribusi terhadap kurang lebih $\frac{2}{3}$ dari total emisi CO₂. Persentase emisi CO₂ dari pelaksanaan pekerjaan pengecoran berkisar antara 0,03%-1,2% (Hermawan, 2011). Proses pelaksanaan konstruksi yang diindikasikan sebagai sumber emisi CO₂ adalah pekerjaan struktur, khususnya untuk pekerjaan struktur beton bertulang. Guggemos (2005) menyatakan meskipun kecil, proses pelaksanaan konstruksi tidak dapat diabaikan. Proses pelaksanaan konstruksi sebagai bagian yang penting di dalam analisa daur hidup (*life cycle analysis*) konstruksi.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diperlihatkan bahwa hampir semua tahapan yang terdapat di dalam analisa daur hidup proyek konstruksi berpotensi sebagai sumber emisi CO₂. Setiap tahap pekerjaan memiliki kontribusi masing-masing terhadap besarnya emisi CO₂. Salah satu tahap pekerjaan, yaitu pekerjaan pengecoran, merupakan bagian kecil namun menjadi sangat penting sebagai pembentuk daur hidup konstruksi.

Sementara itu, emisi CO₂ diindikasikan mempunyai hubungan terhadap besaran biaya proyek konstruksi (Chou dan Yeh, 2015; Kim dkk., 2015). Hal ini memperlihatkan bahwa ada hubungan emisi CO₂ terhadap daur hidup konstruksi. Hubungan tersebut dapat diestimasi melalui pendekatan yang disebut *life cycle costing CO₂* (LCCCO₂). Ruang lingkup LCCCO₂ terdiri dari besarnya biaya yang timbul akibat emisi CO₂ dan pengaruhnya terhadap biaya konstruksi. Kompleksitas ruang lingkup LCCCO₂ dapat memperlihatkan besar dan kecilnya antara emisi CO₂ dan biaya konstruksi. Mengingat biaya material biasanya mencakup kurang lebih 60% dari keseluruhan biaya konstruksi, maka biaya tambahan dari emisi CO₂ akan cukup tinggi pula (Kim dkk., 2015). Oleh sebab itu, hubungan antara emisi CO₂ dan biaya konstruksi menjadi bagian penting untuk diteliti sehingga dapat berkontribusi terhadap industri konstruksi di Indonesia.

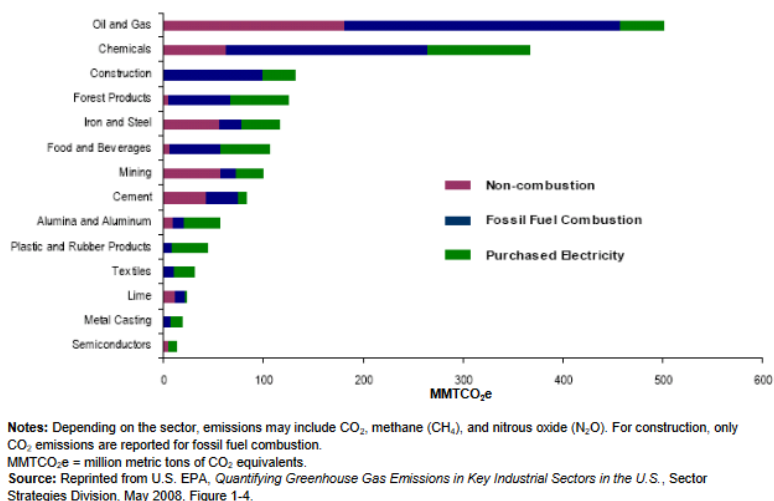
2. TUJUAN

Tujuan tulisan ini adalah untuk mengidentifikasi besar biaya sumber emisi CO₂ pekerjaan pengecoran struktur beton bertulang pada ruang lingkup *gate to gate*

3. KAJIAN PUSTAKA

Emisi CO₂ Pada Industri Konstruksi

Sektor industri menjadi kontributor CO₂ tertinggi ketiga setelah sektor transportasi dan listrik dengan persentase emisi CO₂ sebesar 21% (*United States Environmental Protection Agency*, 2015). Menurut Truitt (2009), industri terbagi menjadi 14 sektor. Salah satu industri yang ikut berkontribusi terhadap peningkatan emisi CO₂ adalah industri konstruksi. Industri konstruksi menempati posisi ketiga sebagai kontributor emisi CO₂, setelah industri minyak dan industri bahan kimia. Pemetaan sumber emisi CO₂ dari berbagai macam sektor industri dapat diperlihatkan pada Gambar 1.

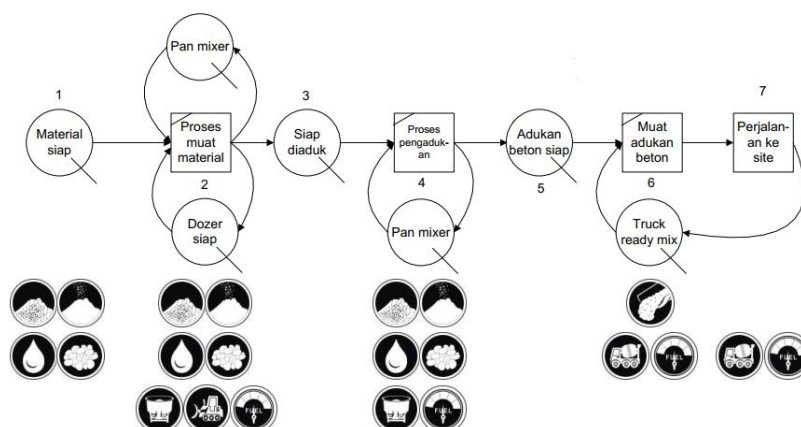


Gambar 1. Pemetaan sumber emisi CO₂ di Amerika dari berbagai macam industri
 Sumber: *Truitt, 2009*

Salah satu daur hidup konstruksi yang menjadi bagian penting adalah pekerjaan konstruksi. Pekerjaan konstruksi adalah seluruh pekerjaan yang berhubungan dengan pelaksanaan konstruksi bangunan atau pembuatan wujud fisik lainnya. Pada tahap pelaksanaan konstruksi, pengecoran struktur atas beton bertulang merupakan salah satu sumber dan penentu besar emisi CO₂. Selain itu penggunaan alat bantu *tower crane* dan *concrete pump* juga menjadi penentu besar emisi CO₂. Hal ini disebabkan oleh pemakaian volume beton dalam jumlah yang sangat besar (Hermawan, 2011).

Pekerjaan Pengecoran Beton Bertulang

Beton merupakan salah satu bahan bangunan terpenting yang digunakan di dunia (Meyer, 2011). Beton terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah, atau agregat-agregat lain yang dicampur menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu masa mirip batuan. Beton merupakan material yang relatif kuat terhadap beban tekan, namun lemah terhadap beban tarik. Untuk memperoleh struktur bangunan yang kuat terhadap beban tarik, maka ditambahkan baja tulangan di dalamnya. Tulangan baja berfungsi menyediakan kuat tarik yang tidak dimiliki oleh beton (McCormac, 2004; Johannessen, 2008). Beton bertulang merupakan salah satu bahan konstruksi yang umum digunakan, contohnya beton *ready mix*. Tempat produksi beton *ready mix* dalam skala besar dilakukan di *batching plant*. Proses produksi beton *ready mix* di *batching plant* diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses pembuatan beton *ready mix* di *batching plant*
 Sumber: *Hermawan, dkk., 2013*

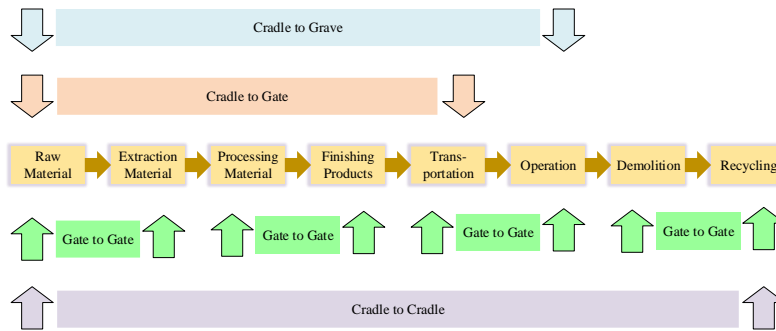
Proses diatas terbagi menjadi beberapa tahap kegiatan. Setiap kegiatan membutuhkan sumber daya. Sumber daya meliputi tenaga kerja, material, peralatan, dan bahan bakar. Sumber daya yang erat hubungannya dengan efek gas

rumah kaca adalah bahan bakar. Keluaran dari bahan bakar yaitu emisi CO₂ dan menjadi masukan yang penting untuk setiap prosesnya. Emisi CO₂ terbagi menjadi dua yaitu emisi langsung dan emisi tidak langsung. Emisi langsung adalah emisi yang dihasilkan dari kegiatan proses konstruksi. Manufaktur material konstruksi yaitu semen dan baja merupakan bagian dari emisi tidak langsung. (Hermawan dkk., 2013).

Life Cycle Analysis (LCA)

Berdasarkan ANSI/ISO 14040, metode pendekatan LCA adalah teknik untuk melakukan penilaian terhadap dampak lingkungan yang terkait dengan suatu produk. LCA mempelajari dampak di seluruh kehidupan produk dari perolehan bahan baku melalui produksi, penggunaan, dan pembuangan. LCA memiliki 4 macam ruang lingkup yang diperlihatkan pada Gambar 3 dan dijabarkan sebagai berikut:

- a. *Cradle to grave*, tahap ini dapat disebut dengan *full LCA*. Tahap ini dimulai dari proses manufaktur, pengoperasian produk, hingga ke tempat pembuangan,
- b. *Cradle to gate*, tahap ini dapat disebut *partial product life cycle*. Tahap ini hanya dimulai dari proses manufaktur hingga sebelum proses pengoperasian produk,
- c. *Cradle to cradle*, tahap ini meninjau analisis daur hidup produk dari proses manufaktur hingga proses daur ulang,
- d. *Gate to gate*, pada tahap ini hanya meninjau kegiatan terdekat, sehingga menjadi ruang lingkup LCA terpendek yang ada.



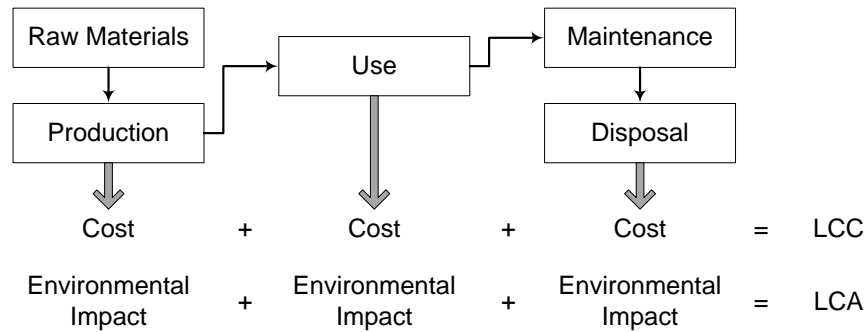
Gambar 3. Ruang lingkup pada LCA
 Sumber: Hermawan, dkk., 2013

Life Cycle Cost (LCC) Analysis

Life cycle cost analysis dapat didefinisikan sebagai analisa biaya siklus hidup untuk mengevaluasi perkiraan biaya keseluruhan siklus hidup satu atau lebih proyek. Pada dunia konstruksi, LCC diterapkan pada biaya perencanaan dan pembangunan yang dinamakan biaya awal, serta biaya perawatan rutin dan perbaikan yang dinamakan biaya pemeliharaan (Wongkar, 2016). Sebagai contoh pada saat pemilihan bahan bangunan. Pemilihan bahan bangunan dengan kualitas kurang baik kadang terjadi pada proyek pembangunan. Pemilihan bahan dengan kualitas rendah dimaksudkan untuk menurunkan biaya awal dari suatu pekerjaan, agar memperoleh keuntungan yang lebih. Namun penggunaan bahan bangunan dengan kualitas rendah mengakibatkan bangunan cepat mengalami kerusakan. Kerusakan pada bangunan mengharuskan adanya pemeliharaan rutin dan perbaikan bangunan. Adanya pemeliharaan rutin dan perbaikan bangunan, mengakibatkan makin tingginya biaya keseluruhan siklus proyek. Perhitungan LCC dibutuhkan untuk menganalisa atau meminimalisir nilai ekonomis pada sebuah bangunan dengan mempertimbangkan biaya operasional sepanjang umur hidup bangunan.

Life Cycle Cost CO₂ (LCCCO₂) Analysis

Life cycle costing CO₂ merupakan integrasi dari LCC dan LCA. Pada pekerjaan konstruksi, integrasi LCA dan LCC adalah untuk mengkonversi dampak yang ditimbulkan oleh suatu pekerjaan ke biaya. Emisi CO₂ pada bagian siklus hidup pekerjaan konstruksi akan diintegrasikan dengan besaran biaya untuk memberikan nilai kuantitatif. Nilai kuantitatif dapat digunakan untuk menilai beban lingkungan yang diakibatkan oleh suatu pekerjaan konstruksi.



Gambar 4. LCA dan LCC pada pekerjaan konstruksi

Sumber : Diunduh dari <https://gin.confex.com/gin/2009/webprogram/Paper2211.html>

Penggabungan LCC dan LCA, menurut Citroth dkk., (2008) LCC akan melengkapi LCA dalam dimensi ekonomi. Penggabungan LCC dan LCA akan memberikan fasilitas penilaian ekoefisiensi yang dapat mempermudah pemahaman dan memperluas target untuk penggunaan dan interpretasi LCA itu sendiri. Penggunaan LCC untuk memberikan evaluasi finansial terhadap pilihan alternatif yang diidentifikasi dalam penilaian LCA. Penggunaan LCA sebagai alat untuk mengidentifikasi pilihan alternatif dengan kinerja lingkungan yang baik dan kemudian melakukan analisis LCC

Formula Matematis Perhitungan Emisi CO₂ Pada Concrete Pump dan Tower Crane

Emisi CO₂ diestimasi menggunakan model formula matematis yang diformulasikan oleh Hermawan (2017). Adapun estimasi emisi CO₂ yang dihasilkan oleh *concrete pump* dapat diperoleh dari persamaan:

$$ETCP = ETM.1 + ETM.2 + ETCP.1 \quad (1)$$

$$ETCP.1 = PCP.tCP.1.M.FEBB \quad (2)$$

Dengan ETCP = emisi CO₂ yang dihasilkan oleh CP, ETM.1 = emisi CO₂ yang dihasilkan dari waktu tunggu TRM, ETM.2 = emisi CO₂ yang dihasilkan dari waktu manuver TRM, ETCP.1 = emisi CO₂ yang dihasilkan dari waktu beton dituang ke dalam *hopper* dan dipompa, PCP = kapasitas mesi CP, tCP.1 = waktu beton dituang ke dalam *hopper* dan dipompa, M = faktor penggunaan bahan bakar untuk moda transportasi bermesin diesel dan FEBB = faktor emisi bahan bakar solar.

Adapun estimasi emisi CO₂ yang dihasilkan oleh *tower crane* dapat diperoleh dari persamaan:

$$ETTC = ETM.1 + ETM.2 + ETM.3 + ETC.1 + ETC.2 + ETC.3 + ETC.4 + ETC.5 \quad (3)$$

$$ETM.1 = (Pt.tt.M.FEBB).kt \quad (4)$$

$$ETM.2 = Pt.tm.M.FEBB \quad (5)$$

$$ETM.3 = Pt.tb.M.FEBB \quad (6)$$

$$ETC.1 = PTC.tTC.1.FEL \quad (7)$$

$$ETC.2 = PTC.tTC.2.FEL \quad (8)$$

$$ETC.3 = PTC.tTC.3.FEL \quad (9)$$

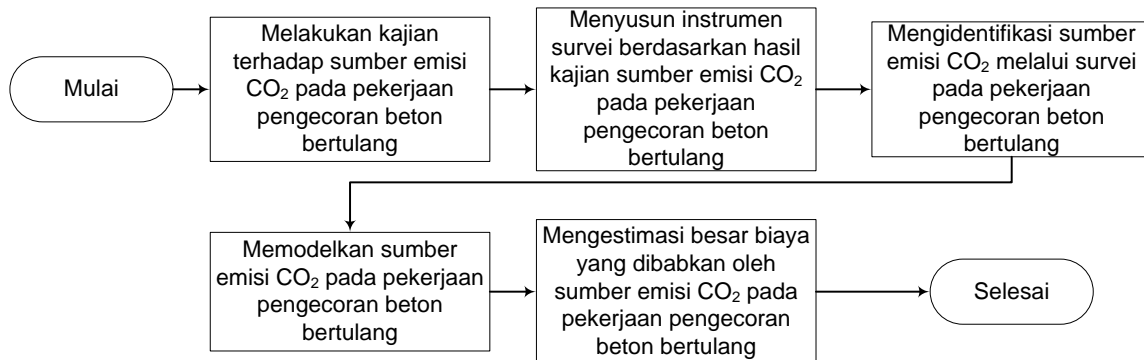
$$ETC.4 = PTC.tTC.4.FEL \quad (10)$$

$$ETC.5 = PTC.tTC.5.FEL \quad (11)$$

Dengan ETTC = emisi CO₂ yang dihasilkan oleh TC, ETM.1 = emisi CO₂ yang dihasilkan dari waktu tunggu TRM, ETM.2 = emisi CO₂ yang dihasilkan dari waktu manuver TRM, ETM.3 = emisi CO₂ yang dihasilkan dari waktu muat beton ke *bucket*, ETC.1 = emisi CO₂ yang dihasilkan dari waktu angkat *bucket*, ETC.2 = emisi CO₂ yang dihasilkan dari waktu manuver dalam kondisi *bucket* terisi, ETC.3 = emisi CO₂ yang dihasilkan dari waktu pengecoran, ETC.4 = emisi CO₂ yang dihasilkan dari waktu manuver dalam kondisi *bucket* kosong, ETC.5 = emisi CO₂ yang dihasilkan dari waktu TC kembali ke posisi pengisian *bucket*, Pt = kapasitas mesin TRM, tt = waktu tunggu TRM, kt = faktor waktu tunggu mesin diesel, tm = waktu manuver TRM, tb = waktu muat beton ke *bucket*, PTC = kapasitas mesin TC, tTC.1 = waktu angkat *bucket*, tTC.2 = waktu manuver dalam kondisi *bucket* terisi, tTC.3 = waktu pengecoran, tTC.4 = waktu manuver dalam kondisi *bucket* kosong, tTC.5 = waktu TC kembali ke posisi pengisian *bucket*, FEL = waktu emisi listrik untuk Jawa Madura Bali.

4. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Metode penelitian

Survei dilaksanakan di Surabaya dengan obyek penelitian pada Proyek The 100 Square dan Proyek Supermall Pakuwon Indah Tower Benson Phase 4.

5. PEMBAHASAN

Hasil estimasi emisi CO₂ bergantung pada spesifikasi dari alat yang bersangkutan selama proses konstruksi berlangsung. Spesifikasi dari setiap alat diperoleh dari spesifikasi yang disediakan oleh produsen alat tersebut. Adapun *tower crane* menggunakan merk Potain MCT 205, dengan panjang jib sebesar 60 m dan kapasitas angkat maksimal sebesar 10 ton. *Concrete pump* menggunakan merk Camelway dengan kapasitas maksimum sebesar 48 m³/m. Sedangkan *truck ready mix* menggunakan merk HINO dengan kapasitas 7 m³. Berdasarkan data spesifikasi alat dan lama waktu penggunaan alat yang bersangkutan, diperoleh hasil estimasi emisi CO₂ yang dapat dilihat pada tabel 1,2,3 dan 4.

Tabel 1. Hasil Estimasi Emisi CO₂ yang Dihasilkan Oleh TC pada Proyek The 100 Square

No Truck	Siklus	ETM1 (kg.CO ₂)	ETM2 (kg.CO ₂)	ETM3 (kg.CO ₂)	ETC1 (kg.CO ₂)	ETC2 (kg.CO ₂)	ETC33 (kg.CO ₂)	ETC4 (kg.CO ₂)	ETC5 (kg.CO ₂)	TOTAL (kg.CO ₂)
TM894	1	19.869	1.881	1.473	0.523	0.314	6.281	0.236	0.981	31.559
	2	6.300	0.000	1.567	0.576	0.340	6.321	0.301	0.680	16.086
	3	6.375	0.000	1.316	0.576	0.393	6.294	0.157	0.851	15.962
	4	4.645	0.000	1.442	0.563	0.484	4.017	0.196	0.628	11.976
	5	4.692	0.000	1.285	0.615	0.288	3.873	0.222	0.772	11.748
	6	4.673	0.000	1.348	0.576	0.327	3.664	0.327	0.746	11.661
	7	4.692	0.000	1.285	0.602	0.419	3.625	0.301	0.680	11.604
	8	4.185	0.000	1.097	0.523	0.340	3.586	0.327	0.563	10.621
121,218										
TM883	1	7.532	1.881	1.379	0.576	0.353	4.921	0.301	0.602	17.545
	2	5.116	0.000	1.505	0.537	0.327	4.868	0.209	0.510	13.072
	3	4.786	0.000	1.285	0.563	0.340	4.607	0.236	0.667	12.484
	4	4.843	0.000	1.411	0.550	0.393	4.292	0.262	0.563	12.312
	5	4.890	0.000	1.567	0.628	0.327	4.187	0.249	0.720	12.568
	6	4.316	0.000	1.285	0.602	0.301	3.664	0.236	0.654	11.058
	7	3.554	0.000	1.316	0.550	0.288	2.944	0.262	0.602	9.516
	8	3.573	0.000	0.784	0.484	0.314	2.617	0.196	0.458	8.426
96,981										

Tabel 2. Hasil Estimasi Emisi CO₂ yang Dihasilkan Oleh CP pada Proyek The 100 Square

Siklus	ETM1 (kg.CO ₂)	ETM2 (kg.CO ₂)	ETCP1 (kg.CO ₂)	TOTAL (kg.CO ₂)
1	20,921	1,881	15,089	37,890
2	18,889	1,881	14,582	35,352
				73,242

Tabel 3. Hasil Estimasi Emisi CO₂ yang Dihasilkan Oleh TC pada Proyek Supermall Pakuwon Indah

No Truck	Siklus	ETM1 (kg.CO2)	ETM2 (kg.CO2)	ETM3 (kg.CO2)	ETC1 (kg.CO2)	ETC2 (kg.CO2)	ETC33 (kg.CO2)	ETC4 (kg.CO2)	ETC5 (kg.CO2)	TOTAL (kg.CO2)
TM100	1	9.695	0.000	1.160	1.858	1.309	10.063	1.086	1.767	26.937
	2	6.554	0.000	1.160	1.583	1.335	5.588	0.916	1.897	19.033
	3	7.805	0.000	1.285	1.727	1.413	7.276	1.008	1.858	22.372
	4	5.294	0.000	1.034	2.172	1.570	3.429	0.981	1.884	16.365
										84,708
TM926	1	9.196	0.000	1.097	1.701	1.269	6.412	0.955	1.832	22.464
	2	9.319	0.000	1.066	1.806	1.165	6.608	0.981	1.845	22.790
	3	8.867	0.000	1.191	1.610	1.230	6.150	0.916	1.754	21.718
	4	9.347	0.000	1.254	1.740	1.309	6.334	1.086	1.897	22.967
	5	9.234	0.000	1.285	1.767	1.348	6.059	1.060	1.871	22.624
	6	8.943	0.000	1.160	1.819	1.335	5.823	1.008	1.793	21.880
	7	8.764	0.000	1.097	1.662	1.439	5.601	1.073	1.819	21.455
	8	8.604	0.000	0.940	1.714	1.322	5.444	1.060	1.845	20.929
										176,827

Tabel 4. Hasil Estimasi Emisi CO₂ yang Dihasilkan Oleh CP pada Proyek Supermall Pakuwon Indah

Siklus	ETM1 (kg.CO2)	ETM2 (kg.CO2)	ETCP1 (kg.CO2)	TOTAL (kg.CO2)
1	28,210	1,881	16,667	46,758
2	31,031	1,881	16,203	49,114
				95,872

6. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada bagian di atas, maka dapat disimpulkan:

- Besar emisi CO₂ pada Proyek The 100 Square kurang lebih sebesar 291,44 kg.CO₂.
- Besar emisi CO₂ pada Proyek Supermall Pakuwon Indah kurang lebih sebesar 357,41 kg.CO₂.
- Besar biaya yang disebabkan oleh besar emisi CO₂ pada Proyek The 100 Square kurang lebih sebesar Rp. 1.765.488,00
- Besar biaya yang disebabkan oleh besar emisi CO₂ pada Proyek Supermall Pakuwon Indah kurang lebih sebesar Rp. 1.837.935,00.
- Perbedaan besar emisi CO₂ pada *tower crane* dan *concrete pump* dapat diindikasikan karena perbedaan ketinggian lantai.

DAFTAR PUSTAKA

- Bribián, I.Z., Capilla, A.V., dan Usón, A.A. (2011). Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential, *Building and Environment*, 8 (5), 1133-1140.
- Chou, J., dan Yeh, K. (2015). Life cycle carbon dioxide emissions simulation and environmental cost analysis for building construction, *Journal of Cleaner Production*, 101, 137-147.
- Data Peringkat Kota Berdasarkan Total Bangunan yang Telah Diselesaikan diperoleh melalui situs internet: <http://www.skyscrapercenter.com/countries?list=buildings>; pada hari Senin, 1 Januari 2018, pukul 20:49 WIB.
- Guggemos, A.A., dan Horvath, A. (2005). Comparison of environmental effects of steel and concrete framed buildings, *Journal of Infrastructure System*, 11 (2), 93-101.
- Hermawan. (2011). Pengembangan model jejak karbon pada pelaksanaan pekerjaan struktur atas beton bertulang untuk konstruksi bangunan tingkat tinggi di Indonesia. Program Studi Doktor Institut Teknologi Bandung.
- Hermawan., Marzuki, P.F., Abduh, M., dan Drijana, R. (2013). Peran life cycle analysis (LCA) pada material konstruksi dalam upaya menurunkan dampak emisi karbon dioksida pada efek gas rumah kaca, *Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7) Universitas Sebelas Maret (UNS)-Surakarta*, 24-26 Oktober 2013, 2, 47-52.
- Hermawan. (2017). Pengembangan model jejak karbon pada pelaksanaan pekerjaan struktur atas beton bertulang untuk konstruksi bangunan tingkat tinggi di Indonesia, *Ringkasan Disertasi Insitut Teknologi Bandung*.
- Hong, J., Shen, G.Q., Feng, Y., Lau, W.S., dan Mao, C. (2014). Greenhouse gas emissions during the construction phase of a building: a case study in China, *Journal of Cleaner Production*, 103, 249-259.
- Johannessen, B. (2008). *Building rural roads*, chapter 12, 1st ed. Bangkok, Thailand: ILO

- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2016). Data inventory emisi GRK sektor energi. Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral KESDM. Jakarta Pusat.
- Kim, S., Whang, S., Kim, G., dan Shin, Y. (2015). Comparative study on the construction cost including carbon emission cost for masonry walls, *Energy and Buildings*, 96, 187-192.
- LCA dan LCC pada pekerjaan konstruksi diperoleh melalui situs internet: <https://gin.confex.com/gin/2009/webprogram/Paper2211.html>; pada Minggu, 21 Januari 2018, pukul 18:24 WIB.
- Loftabadi, P. (2014). High-rise buildings and environmental factors, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38, 285-295.
- McCormac, J. C. (2004). *Desain beton bertulang jilid 2*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Nielsen, C.V. (2008). Carbon footprint of concrete buildings seen in the life cycle perspective, *National Ready Mixed Concrete Association*.
- Nilai konstruksi yang diselesaikan menurut jenis pekerjaan diperoleh melalui situs internet: <https://www.bps.go.id/statistable/2016/10/17/918/nilai-konstruksi-yang-diselesaikan-menurut-jenis-pekerjaan-juta-rupiah-2004-2016.html>; pada hari Kamis, 25 Januari 2018, pukul 21:10 WIB.
- Pekerjaan pengecoran beton bertulang diperoleh melalui situs internet: <http://engineering.columbia.edu/christian-meyer-making-concrete-%E2%80%9Cgreen%E2%80%9D>; pada hari Selasa, 6 Februari 2018, pukul 19:05 WIB.
- Persentase gas rumah kaca di bumi dan persentase emisi CO₂ dalam sektor ekonomi diperoleh melalui situs internet: United States Environmental Protection Agency <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions>; pada hari Jumat, 19 Januari 2018, pukul 19:05 WIB.
- Pirkko, S., dan T. Nyronen. (1990). The carbon emissions and peat production, *International Conference on Peat Production and Use*, 1 (8), 150-157.
- Seo, S., dan Hwang, Y. (2001). Estimation of CO₂ in life cycle of residential buildings, *Journal of Construction Engineering and Management*, 127 (5), 414-418.
- Truitt, P. (2009). Potential for reducing greenhouse gas emission in the construction sector. Pennsylvania Ave: National Construction Sector Lead.
- Wongkar, Y. K. (2016). Analisis Life Cycle Cost pada Pembangunan Gedung (Studi Kasus: Sekolah St. Ursula Kotamobagu), *Jurnal Sipil Statik*, 4 (4), 253-262.
- Zhao, H., dan Magoulès, F. (2012). A review on the prediction of building energy consumption, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16 (6), 3586-3592.