

PROSIDING

Volume I : Geoteknik, Material, Struktur

PERAN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN DALAM PEMBANGUNAN YANG BERKELANJUTAN

24 -26 Oktober 2013
Kampus Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36 A, Surakarta



Editor:
Yoyong Arfiadi
Sholihin As'ad

Diselenggarakan atas kerjasama:



UNS



UAJY



UPH



Unud



Trisakti



UNSOED



ITENAS

PROSIDING

Volume II : Keairan, Manajemen Konstruksi, Lingkungan, Transportasi

PERAN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN DALAM PEMBANGUNAN YANG BERKELANJUTAN

24 -26 Oktober 2013
Kampus Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36 A, Surakarta



Editor:
Yoyong Arfiadi
Sholihin As'ad

Diselenggarakan atas kerjasama:



UNS



UAJY



UPH



Unud



Trisakti



UNSOED



ITENAS

KoNTeKS 7

Konferensi Nasional Teknik Sipil

PROSIDING

Volume II : Keairan, Manajemen Konstruksi, Lingkungan, Transportasi

PERAN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN DALAM PEMBANGUNAN YANG BERKELANJUTAN

24 -26 Oktober 2013
Kampus Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36 A, Surakarta

Editor:
Yoyong Arfiadi
Sholihin As`ad

Sambutan Ketua Panitia Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7)

Konferensi Nasional Teknik Sipil ke 7 (KoNTekS 7) adalah seri lanjutan dari KoNTekS sebelumnya di Univ. Atma Jaya Yogyakarta (2007) dan (2008), Universitas Pelita Harapan, Jakarta (2009), Universitas Udayana, Denpasar (2010), Universitas Sumatera Utara, Medan (2011) dan Universitas Trisakti, Jakarta (2012).

Penyelenggaraan KoNTekS 7 sekarang dilakukan bersamaan dengan Rapat Tahunan Badan Musyawarah Pendidikan Tinggi Teknik Sipil Seluruh Indonesia (BMPTTSSI). Ini adalah tradisi bagus dimulai sejak KoNTekS 5 tahun 2010 di Medan yang menyatukan forum diseminasi riset dengan pertemuan para Ketua Jurusan Teknik Sipil yang banyak memberi warna arah pendidikan tinggi teknik sipil Indonesia.

Tema utama KoNTekS 7 adalah Peran Rekayasa Sipil dan Lingkungan dalam Mewujudkan Pembangunan yang Berkelanjutan. Tema ini sejalan dengan apa yang kita hadapi sekarang, di tengah upaya menyiapkan sarana dan prasarana nasional di bidang rekayasa teknik sipil dan lingkungan, berbagai persoalan lanjutan terus muncul. Keberhasilan menyiapkan sarana dan prasarana masih menyisakan berbagai persoalan lanjutan.

Pada KoNTekS 7 ini tujuh pembicara tamu dan 216 makalah yang diseleksi dari peer review akan di presentasikan masing-masing di sesi pleno dan paralel. Pembicara tamu adalah Bpk. Djoko Kirmanto (Menteri Pekerjaan Umum RI), Bpk. Prof. Ir. Wiratman Wangsadinata (Pakar senior teknik sipil nasional), Bpk. Dr. Marzan Asiz Iskandar (Kepala BPPT), Prof. Dr. Ir. Masyhur Irsyam, MASc, PhD. (Ketua Pematkhan Peta Gempa Nasional), Prof. Dr. Eng. Ir. Lawalenna Samang (Sekjen BMPTTSSI), Ir. Budi Harto MM (PT. Widjaja Karya). Ke-216 makalah kami pilih dari 281 abstrak yang kami terima, dimana sekitar 20 abstrak terpaksa kami tolak dari hasil review 28 orang reviewer KoNTekS 7. Semua makalah tersebut terbagi dalam bidang keairan 28 makalah, bidang struktur 47 makalah, bidang material 40 makalah, bidang geoteknik 26 makalah, bidang manajemen konstruksi 39 makalah, bidang transportasi 27 makalah dan bidang lingkungan 9 makalah. Kontributor makalah adalah peneliti dan dosen dari PTN dan PTS, dari Litbang PU, BUMN, Lembaga swasta.

KoNTekS 7 diselenggarakan atas kerjasama jurusan dan program studi teknik sipil di tujuh perguruan tinggi, yaitu Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Universitas Pelita Harapan, Universitas Udayana, Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto, Universitas Trisakti Jakarta dan Institut Teknologi Nasional Bandung.

Atas nama panitia KoNTekS 7 kami mengucapkan terima kasih kepada Rektor Univ. Sebelas Maret, Dekan Fakultas Teknik UNS. Para pembicara undangan, seluruh kontributor makalah, reviewer, peserta, universitas anggota konsorsium kerjasama, sponsor PT. Wijaya Karya, media partner Techno Konstruksi, BMPTTSSI, BPPT dan Himpunan Mahasiswa Sipil Universitas Sebelas Maret.

Pada bagian akhir kami atas nama panitia KoNTekS 7 menyampaikan permohonan maaf, bila sejak awal persiapan hingga penyelenggaraan hari ini, ada kesalahan kata dan tindakan.

Semoga pertemuan ini memberi manfaat bagi kita semua dan bagi negeri dan kejayaan Indonesia.

Dr. techn. Sholihin As'ad
Ketua Panitia KoNTekS 7

Sambutan Rektor Universitas Sebelas Maret (UNS-Solo)

Assalamu Alaikum Wr, Wb.

Selamat datang para pembicara tamu, tamu undangan, pemakalah, peserta Konferensi Nasional Teknik Sipil ke 7 (KoNTekS 7) dan peserta Rapat Tahunan Badan Musyawarah Pendidikan Tinggi Teknik Sipil Seluruh Indonesia (BMPTSSI) ke Kampus Universitas Sebelas Maret (UNS-Solo). Sebuah kehormatan bagi Universitas Sebelas Maret (UNS-Solo) telah diberi kesempatan sebagai tuan rumah penyelenggaraan KoNTekS 7 dan Rapat Tahunan BMPTSSI.

Tema KoNTekS 7 kali ini adalah peran teknik sipil dan lingkungan dalam mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan. Pembangunan telah membawa banyak kemajuan, namun tidak dapat dipungkiri bahwa terdapat banyak persoalan di baliknya. Sangat banyak gedung, jembatan, jalan, bendungan dan infrastruktur lainnya dibangun yang akhirnya membawa pertumbuhan ekonomi. Namun sejumlah persoalan lingkungan berupa ketersediaan sumber daya alam, perubahan iklim dan kemacetan lalu lintas, kerentanan terhadap bencana alam juga menghadang di depan mata.

Persoalan-persoalan pembangunan tersebut adalah tantangan terhadap perguruan tinggi. Tantangan buat kita semua. Melalui misi tridharma perguruan tinggi, kita semua dituntut untuk bisa berperan dan menjawabnya. Penelitian harus selalu dihidupkan untuk bisa mendapatkan jawaban persoalan masyarakat dan penelitian sebisa mungkin dapat digunakan mengabdikan kepada masyarakat.

Forum KoNTekS 7 ini adalah forum untuk diseminasi hasil penelitian teknik sipil dan lingkungan di perguruan tinggi dan di lembaga lain di luar perguruan tinggi. Pada forum ini terbuka kesempatan saling berbagi pengalaman penelitian, saling mengenal dan diharapkan terjalin kerjasama diantaranya untuk bersama-sama menyelesaikan persoalan masyarakat tersebut dengan tuntas.

Forum KoNTekS 7 diselenggarakan dari kerjasama tujuh program studi teknik sipil di tujuh perguruan tinggi, UNS, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Universitas Pelita Harapan, Universitas Udayana, Universitas Trisakti, Universitas Jenderal Soedirman dan Institut Teknologi Nasional Bandung. Kami mendukung kerjasama seperti ini untuk peningkatan kualitas riset dan pengabdian kepada masyarakat.

Pada esok hari juga dilakukan rapat tahunan Badan Musyawarah Pendidikan Teknik Sipil Seluruh Indonesia dimana didalamnya diikuti para ketua dan sekretaris jurusan teknik sipil. Badan ini yang merumuskan arah perjalanan pendidikan teknik sipil Indonesia.

KoNTekS 7 dan Rapat Tahunan BMPTTSSI adalah kegiatan untuk pengembangan riset dan pendidikan teknik sipil dan lingkungan. Universitas Sebelas Maret (UNS-Solo) Insya Allah akan terus berkomitmen terhadap kegiatan pengembangan tridharma perguruan tinggi semacam ini.

Semoga kegiatan KoNTekS 7 dan Rapat Tahunan BMPTTSSI ini memberi banyak manfaat kepada kita dan masyarakat. Amiin.

Selamat kepada semua peserta dan terima kasih kami ucapkan kepada panitia yang telah berupaya menyiapkan kegiatan ini. Kami mohon maaf bila ada hal yang tidak berkenan.

Prof. Dr. Ravik Karsidi, MS.
Rektor Universitas Sebelas Maret (UNS-Solo)

Sambutan Sekretaris Jenderal Badan Musyawarah Pendidikan Tinggi Teknik Sipil Seluruh Indonesia (BMPTTSSI)

Atas nama Badan Musyawarah Pendidikan Tinggi Teknik Sipil Seluruh Indonesia (BMPTTSSI), saya mengucapkan selamat atas penyelenggaraan Konferensi Nasional Teknik Sipil ke 7 (KoNTekS 7) dan rapat tahunan BMPTTSSI. Saya juga ingin menyampaikan terima kasih kepada anggota konsorsium kepanitiaan KoNTekS 7, khususnya Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret (UNS-Solo) yang telah mempersiapkan kedua acara ini dengan baik.

KoNTekS sudah berlangsung tujuh kali dan diselenggarakan setiap tahun. Sejak diprakarsai dan dimulai di Universitas Atma Jaya Yogyakarta tahun 2007, forum ini terus mengalami peningkatan jumlah peserta dan jumlah makalah yang diterima untuk dipresentasikan. Umumnya makalah tersebut ditulis oleh dosen dari perguruan tinggi negeri dan perguruan tinggi swasta. KoNTekS dapat merefleksikan warna hasil riset para dosen di Indonesia.

Kami BMPTTSSI pada prinsipnya mendukung forum ilmiah diseminasi penelitian dosen dan civitas akademika penyelenggara pendidikan tinggi teknik sipil. Salah satu misi penyelenggaraan pendidikan tinggi teknik sipil adalah keluaran publikasi hasil riset dalam bentuk jurnal, prosiding, buku dan lain-lain dalam skala nasional dan internasional. Forum ilmiah semacam KoNTekS ini akan menghimpun keluaran riset dalam bentuk prosiding yang nantinya menjadi acuan peneliti lain untuk pengembangan riset lain ataupun riset lanjutan.

Kami yakin bahwa perjalanan tujuh tahun KoNTekS telah memberi banyak pelajaran kepada penyelenggara dalam mengelola dan menarik calon peserta. Kecenderungan penambahan makalah dari tahun ke tahun adalah indikasi bahwa forum ini diminati dan penting bagi periset. Kami berharap, iklim daya tarik ini terus bisa dipertahankan dan secara bertahap berjalan menuju sistem seleksi makalah yang semakin baik.

Pada hari kedua penyelenggaraan KoNTekS ini, kami juga melaksanakan rapat tahunan BMPTTSSI. Penyelenggaraan rapat tahunan ini kami anggap penting untuk menuntaskan agenda-agenda BMPTTSSI yang belum dapat dituntaskan dalam kegiatan musyawarah nasional yang penyelenggarannya tidak setiap tahun. Penyelenggaraan pertemuan BMPTTSSI bersamaan dengan penyelenggaraan KoNTekS sudah dimulai sejak KoNTekS 5 di Universitas Sumatera Utara Medan tahun 2011 dan dilanjutkan di KoNTekS 6 di Universitas Trisakti Jakarta tahun 2012. Ini adalah tradisi baik untuk kemajuan riset dan pendidikan teknik sipil secara keseluruhan. BMPTTSSI yang biasanya diisi para ketua dan sekretaris jurusan sedangkan KoNTekS adalah tempat berkumpulnya para peneliti teknik sipil dan lingkungan yang menjadi cermin penyelenggaraan riset di pendidikan tinggi teknik sipil dan lingkungan. Kedua acara ini sungguh menjadi media silaturahmi civitas akademika penyelenggara pendidikan tinggi teknik sipil yang Insya Allah akan selalu mendapat berkah dari Nya.

Semoga apa yang kita diskusikan dalam konferensi dan dalam rapat tahunan BMPTTSSI akan bermanfaat bagi kemajuan perkembangan pendidikan dan riset teknik sipil dan lingkungan di tanah air tercinta. Amiin.

Prof. Dr. Eng. Ir. Lawalenna Samang, M. Eng,
Sekjen BMPTTSSI

Sambutan Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret (UNS-Solo)

Pertama-tama, perkenankan kami menyampaikan selamat datang kepada Bapak Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Ir. Djoko Kirmanto Dipl.HE, Bapak Kepala BPPT, Dr. Ir. Marzan Azis Iskandar, MSc. Pakar senior Teknik Sipil Indonesia, Prof. Ir. Wiratman Wangsadinata Ketua Tim Pembaruan Peta Gempa Indonesia, Bpk. Prof. Ir. Masyhur Irsyam MAsc. PhD. Ketua Badan Musyarah Pendidikan Tinggi Teknik Sipil Seluruh Indonesia (BMPTTSSI) Bpk. Prof. Dr. Ir. Lawalenna Samang, MEng, Direktur Operasi PT. Wijaya Karya, Ir. Budi Harto MM, para pemakalah dan peserta KoNTekS 7, para pimpinan anggota konsorsium penyelenggara KoNTekS 7, para ketua jurusan atau sekretaris jurusan yang juga akan mengikuti rapat tahunan Badan Musyawarah Pendidikan Tinggi Teknik Sipil Seluruh Indonesia (BMPTTSSI), dan semua tamu undangan lainnya.

Untuk pertama kalinya, Jurusan Teknik Sipil dipercaya sebagai penyelenggara Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) dan pertemuan Badan Musyawarah Pendidikan Tinggi Teknik Sipil Seluruh Indonesia (BMPTTSSI). Kami mengucapkan terima kasih atas kepercayaan yang telah diberikan kepada kami.

Kami meyakini bahwa amanah ini bukan hal sederhana. Sekarang ini, masyarakat berharap sangat banyak terhadap lembaga pendidikan tinggi, khususnya bidang teknik sipil dan lingkungan yang menjadi penyangga utama pembangunan nasional. Sebagai penyelenggara pendidikan dan riset teknik sipil dan lingkungan, Jurusan Teknik Sipil adalah lembaga yang paling bertanggung jawab dan paling dominan memberi warna kemajuan teknologi dan penerapan bidang teknik sipil di Indonesia. Bagus atau tidaknya kualitas riset sedikit banyak akan tercermin pada forum diseminasi riset seperti KoNTekS ini. Pada sisi lain, bagus atau tidaknya penyelenggaraan pendidikan teknik sipil adalah keluaran dari keputusan memformulasikan pendidikan tinggi teknik sipil pada forum BMPTTSSI.

KoNTekS sudah tujuh tahun digelar dan cukup konsisten sebagai acara pertemuan ilmiah tahunan. Alhamdulillah, sejak diprakarsai dan dimulai di Universitas Atma Jaya Yogyakarta tahun 2007, KoNTekS semakin baik dan menjadi satu rujukan pertemuan Ilmiah Nasional. Sementara BMPTTSSI juga terus melakukan pembenahan, khususnya kurikulum pendidikan. Pasar bebas ASEAN tahun 2015 adalah waktu yang tidak lama lagi. Penyelenggara pendidikan teknik sipil perlu menyiapkan diri untuk menghadapi isu globalisasi. Di BMPTTSSI kita duduk bersama dan berdiskusi untuk mencari jalan keluarnya.

Kami berharap pada KoNTekS 7 dan Pertemuan BMPTTSSI ini ada terobosan baru, baik dalam hal riset maupun penyelenggaraan pendidikan, yang memberi warna baru pada perkembangan bidang pendidikan dan riset teknik sipil dan lingkungan Indonesia.

Kami mohon maaf kalau ada yang salah dalam penerimaan atau penyambutan Bapak dan Ibu di Solo dan di kampus Universitas Sebelas Maret (UNS-Solo).

Selamat berkonferensi dan melaksanakan rapat tahunan.

Ir. Bambang Santosa, MT.

Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret (UNS Solo)

Sambutan Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas segala kasih karunia-Nya maka Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) kembali dapat diselenggarakan pada tahun ini. KoNTekS 7 ini dilaksanakan sebagai hasil kerja sama dari 7 perguruan tinggi yaitu: Universitas Sebelas Maret selaku tuan rumah, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Universitas Pelita Harapan, Universitas Trisakti, Universitas Udayana, Institut Teknologi Nasional, dan Universitas Jendral Soedirman.

Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) merupakan acara ilmiah teknik sipil berkala yang digagas oleh Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta dan telah dilaksanakan setiap tahunnya sejak tahun 2007. Sejak tahun 2009, Universitas Atma Jaya Yogyakarta memberikan kesempatan bagi perguruan tinggi lain untuk bermitra menjadi tuan rumah penyelenggara KoNTekS. Satu hal yang menggembirakan dalam pelaksanaan KoNTekS tahun ini adalah meningkatnya jumlah makalah yang dipresentasikan. Melalui konferensi ini para peserta dapat saling bertukar informasi hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan, serta materi yang disampaikan oleh para pembicara diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang teknik sipil.

Ucapan terima kasih dan penghargaan kami sampaikan kepada panitia pelaksana dari Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah bekerja dengan baik, serta para perguruan tinggi mitra penyelenggara KoNTekS, para pembicara, anggota komite ilmiah, pihak sponsor dan semua pihak yang telah bekerja dan memberikan kontribusinya bagi penyelenggaraan KoNTekS 7 ini. Kami ucapkan selamat mengikuti konferensi dan sampai bertemu lagi pada pelaksanaan KoNTekS di tahun mendatang.

Yogyakarta, 27 September 2013

Johanes Januar Sudjati, ST, MT
Ketua Program Studi Teknik Sipil UAJY

Daftar Isi

Sambutan Ketua Panitia Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7)..... ii

Sambutan Rektor Universitas Sebelas Maret (UNS-Solo)..... iii

Sambutan Sekretaris Jenderal Badan Musyawarah Pendidikan Tinggi Teknik Sipil
Seluruh Indonesia (BMPTTSSI)..... iv

Sambutan Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret (UNS-Solo) v

Sambutan Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta..... vi

KELOMPOK PEMINATAN KEAIRAN

032A	MODIFIKASI METODE MUSLE DALAM ESTIMASI EROSI AKIBAT KEHADIRAN ALUR (<i>RILL</i>) DALAM SUATU DASA-1 Maimun Rizalihadi ¹ , Eldina Fatimah ² dan Lia Nazia ¹
039A	EVALUASI PEMANFAATAN SUMBER AIR DUSUN KARANGGENENG UNTUK KEBUTUHAN RUMAH TANGGAA-9 Bambang Sulistiono ¹ , dan Muhammad Taufiq Hidayanto ²
041A	KAJIAN PROSES PENGUATAN PENGELOLAAN KELEMBAGAAN IRIGASI YANG BERWAWASAN LINGKUNGAN.....A-15 Rita T.Lopa ¹ dan Farouk Maricar ²
052A	MODEL KETERSEDIAAN AIR DI WADUK SUTAMI AKIBAT PERUBAHAN IKLIMA-23 Gusfan Halik ¹ , Nadjadji Anwar ² , Budi Santosa ³ dan Edijatno ²
061A	ANALISIS SEDIMENTASI DAN ALTERNATIF PENANGANANNYA DI PELABUHAN SELAT BARU BENGKALIS.....A-31 Anwar Khatib, Yolly Adriati dan Angga Endy Wahyudi
065A	DAMPAK BANJIR LAHAR DINGIN PASCA ERUPSI MERAPI 2010 DI KALI GENDOLA-39 Perdi Bahri ¹ , Jazaul Ikhsan ² dan Puji Harsanto ³
071A	TINJAUAN <i>LOG LAW</i> DAN <i>POWER LAW</i> UNTUK ANALISA PROFIL DISTRIBUSI KECEPATAN ALIRAN DENGAN ANGKUTAN SEDIMEN SUSPENSI PADA KONDISI TANPA ANGKUTAN SEDIMEN DASAR.....A-47 Fransiska Yustiana ¹
088A	REKAYASA JEBAKAN AIR BERANTAI DENGAN RUMPUT VETIVER DALAM PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR YANG TERPADU DAN BERKELANJUTANA-55 Susilawati
101A	VARIASI UKURAN BUTIRAN MATERIAL DASAR PADA SUNGAI BERBEDA ORDEA-65 Yusron Saadi ¹ , Agus Suroso ² dan IB Giri Putra ³
114A	PEMETAAN KERENTANAN AIRTANAH (MAPPING GROUNDWATER VULNERABILITY) CEKUNGAN AIRTANAH PALU BERDASARKAN AGIHAN SPASIAL SISTEM AKUIFER.....A-73 Zeffitni ¹
118A	STUDI PERILAKU BANGUNAN PENGENDALI SEDIMEN YANG BERWAWASAN LINGKUNGANA-79 Farouk Maricar ¹ dan Rita Tahir Lopa ²
124A	KETIDAKSTABILAN REFLEKSI GELOMBANG <i>NONLINEAR</i> PADA <i>SLOPING BEACH</i>A-87 NN Pujianiki ¹
127A	SISTEM ZONASI AIR TERPADU UNTUK Mendukung HTI LESTARI DI LAHAN GAMBUTA-93 Budi I. Setiawan

130A	THE FORMATION OF STATIC ARMOUR LAYER WAS EFFECT ON THE STABILITY OF RIVER BAD.....	A-101
	Cahyono Ikhsan ¹ , Solichin ² , Siti Qomariyah ³ , Agus Prijadi Saido ⁴	
139A	APLIKASI JARINGAN SYARAF TIRUAN (<i>ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS</i>) DALAM MODELISASI CURAH HUJAN LIMPASAN DENGAN PERBANDINGAN DUA ALGORITMA PELATIHAN (STUDI KASUS: DAS TUKAD JOGADING)	A-107
	Putu Doddy Heka Ardana ¹	
167A	DISTRIBUSI WEIBULL KECEPATAN ANGIN WILAYAH PESISIR TEGAL DAN CILACAP.....	A-115
	Wahyu Widiyanto	
181A	PERANCANGAN ULANG BENDUNG TIRTOREJO YOGYAKARTA (ANALISIS HIDRAULIKA).....	A-123
	Agatha Padma L	
185A	PENENTUAN PRIORITAS KEGIATAN OPERASI DAN PEMELIHARAAN DAERAH IRIGASI DENGAN MENGGUNAKAN METODA <i>ANALYTIC HIERARCHY PROCESS</i> (AHP)	A-129
	Fauzia Mulyawati ¹ , Ig. Sudarsono ¹ dan Cecep Sopyan ²	
187A	PENGARUH INTRUSI AIR LAUT TERHADAP AKUIFER PANTAI PADA KAWASAN WISATA PANTAI IBOIH SABANG	A-137
	Mellisa Saila ¹ , Muhajjir ¹ , dan Azmeri ²	
213A	OPTIMASI PEMANFAATAN SUMBER DAYA AIR PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI JANGKOK	A-145
	Muh. Bagus Budianto ¹ , Agung Setiawan ² dan Agus Suroso ³	
220A	METODE GLOBAL PLANTASION SISTEM UNTUK ANTISIPASI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM (KAJIAN DAERAH IRIGASI MOLEK KABUPATEN MALANG).....	A-155
	Hirijanto ¹ , Subandiyah Azis ² , Edi Hargono DP. ³ , Ibnu Hidayat PJ ⁴ .	
221A	STUDI SIMULASI POLA OPERASI WADUK UNTUK AIR BAKU DAN AIR IRIGASI PADA WADUK DARMA KABUPATEN KUNINGAN JAWA BARAT	A-163
	Yedida Yosnanto ¹ , Rini Ratnayanti ²	
227A	STRATEGI PENGENDALIAN BANJIR BERBASIS KONSERVASI SUMBER DAYA AIR DI DAS SUNGAI NANGKA, LOMBOK TIMUR.....	A-171
	Kustamar ¹	
231A	ANALISIS HUJAN DEBIT PADA DAS INDRAGIRI MENGGUNAKAN PENDEKATAN MODEL IHACRES	A-177
	Imam Suprayogi, Yohanna Lilis Handayani, Lita Darmayanti, Trimaijon	
243A	SIMULASI <i>RUNUP</i> GELOMBANG TANGGUL MUARA BARU.....	A-185
	Feril Hariati ¹	
272A	PENGALIHHRAGAMAN HUJAN-ALIRAN DENGAN HAMPIRAN TERAGIH	A-191
	Mamok Suprpto	
277	ANALISIS KEKERINGAN DAERAH ALIRAN SUNGAI KEDUANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE PALMER.....	A-201
	Adi Prasetya Nugroho ¹ , Rintis Hadiani ² , dan Susilowati ³	

- 279A **REVITALISASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH)
(KASUS DAERAH PACITAN)**.....A-211
Indra Bagus Kristiarno¹, Lutfi Chandra Perdana², Rr. Rintis Hadiani³ dan Solichin⁴
- 280A **PREDIKSI NERACA AIR PERTANIAN PADA DAERAH ALIRAN
SUNGAI KEDUANG**A-219
Vicky Tri Jayanti¹, Rintis Hadiani² dan Susilowati³

KELOMPOK PEMINATAN MANAJEMEN KONSTRUKSI

- 003K ANALISIS PEMAHAMAN KONTRAKTOR TERHADAP PERATURAN
PENGADAAN BARANG/JASA PEMERINTAH K-1
Albani Musyafa
- 004K KOMPOSISI HARGA JUAL RUMAH TINGGAL LAYAK HUNI DI
YOGYAKARTA (STUDI KASUS PEMBANGUNAN RUMAH TIPE 90/115
DI LUAR KOMPLEKS PERUMAHAN) K-7
Albani Musyafa
- 007K HUBUNGAN TIPE KEPRIBADIAN DAN KECERDASAN EMOSIONAL
TENAGA AHLI DALAM BIDANG KONSTRUKSI GEDUNG DI KOTA BANDUNG K-13
Theresita Herni Setiawan¹ Rendy Setia Bhakti²
- 013K KAJIAN FAKTOR *GREEN CONSTRUCTION* INFRASTRUKTUR JALAN
BERDASARKAN SISTEM RATING GREENROAD DAN INVEST..... K-23
Wulfram I. Ervianto¹
- 019K PERAN SISTEM PENGAWASAN KINERJA KONSTRUKSI PADA PROYEK
APARTEMEN DI JAKARTA SELATAN (STUDI KASUS PADA PROYEK
APARTEMEN THE KENCANA)..... K-31
Manlian Ronald. A. Simanjuntak, Andreas. K. Djukardi, Leonard
- 024K TINGKAT PENGELOLAAN PENGETAHUAN: SURVEI PADA BEBERAPA
KONTRAKTOR DI INDONESIA K-39
Rudi Waluyo¹, Mochamad Agung Wibowo²
- 031K **PERAN LIFE CYCLE ANALYSIS (LCA) PADA MATERIAL KONSTRUKSI
DALAM UPAYA MENURUNKAN DAMPAK EMISI KARBON DIOKSIDA
PADA EFEK GAS RUMAH KACA** K-47
Hermawan¹, Puti Farida Marzuki², Muhamad Abduh², R. Driejana³
- 037K SISTEM INFORMASI *CASH IN* DAN *CASH OUT* PADA SUATU
PROYEK KONTRUKSI K-53
Maksum Tanubrata¹
- 054K SISTEM INFORMASI MONITORING KEMAJUAN PEKERJAAN PROYEK
PEMBANGUNAN SABO DAM GUNUNG MERAPI..... K-59
Nectaria Putri Pramesti
- 058K EVALUASI PERILAKU TINDAKAN TIDAK AMAN (*UNSAFE ACT*) DAN
KONDISI TIDAK AMAN (*UNSAFE CONDITION*) PADA PROYEK
KONSTRUKSI GEDUNG RUKO BERTINGKAT DI PALANGKA RAYA K-67
Subrata Aditama Kittie Aidon Uda¹ dan Erik Adi Gunawan²
- 062K ANALISIS PENGARUH KOMUNIKASI ANTARA KONSULTAN DAN
KONTRAKTOR TERHADAP KEBERHASILAN PROYEK BANGUNAN
GEDUNG DI KOTA MALANG..... K-73
Ripkianto¹ dan Lila Ayu Ratna Winanda²
- 073K KAJIAN MOTIVASI PENDIRIAN DAN SUMBER DAYA MANUSIA
PERUSAHAAN JASA KONTRAKTOR DI KOTA BANDA ACEH..... K-81
Buraida

076K	ANALISIS PENGARUH GAYA NEGOSIASI MANAJER PROYEK TERHADAP HASIL NEGOSIASI PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH TINGGAL DI KOTA BANDUNG.....	K-89
	Felix Hidayat ¹ , Rizky Aditya Martadipura ²	
077K	ANALISIS KARAKTERISITIK PENYELESAIAN SENGKETA PADA PROYEK KONSTRUKSI DI TINGKAT MAHKAMAH AGUNG	K-97
	Felix Hidayat ¹ , Christian Gunawan ²	
078K	PENERAPAN <i>VALUE ENGINEERING(VE)</i> OLEH KONTRAKTOR DAN KONSULTAN INDONESIA	K-103
	Peter F Kaming ¹ dan Elfran B. Prastowo ²	
079K	STUDI PERAN KONSULTAN MANAJEMEN KONSTRUKSI PADA TAHAPAN PROYEK	K-111
	Peter F Kaming ¹ dan Ambar Y. Saputra ²	
080K	FAKTOR PENENTU KINERJA EFEKTIF BAGI KONSULTAN MANAJEMEN PROYEK.....	K-119
	Peter F. Kaming ¹ , Andrio G. Riano ²	
092K	SIFAT DAN GAYA KEPEMIMPINAN MANAJER PROYEK YANG DIHARAPKAN OLEH TIM PROYEK PADA PERUSAHAAN KONTRAKTOR.....	K-127
	Caroline Maretha Sujana ¹ , Yudianto Priatmojo ² , Felix Hidayat ³	
097K	PEMELIHARAAN HOTEL OLEH TATA GRHA (<i>HOUSEKEEPING</i>) UNTUK MENJAGA KEANDALAN BANGUNAN	K-133
	Dewi Yustiarini	
098K	MANAJEMEN PEMELIHARAAN GEDUNG KAMPUS	K-139
	Dewi Yustiarini	
110K	PENGARUH TINDAKAN KOREKSI PADA PROSES PENGENDALIAN BIAYA BAHAN TERHADAP KINERJA BIAYA PROYEK DI LINGKUNGAN KODAM JAYA JAYAKARTA.....	K-147
	Mardiaman ¹ , dan Gian Asnawi Siagian ²	
138K	KONTROL MANAJEMEN PADA KONTRAKTOR <i>INTERNATIONAL JOINT OPERATION (IJO)</i> DALAM PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR BERKELANJUTAN.....	K-155
	Shirly S. Lumeno ¹ , Rizal Zainnudin Tamin ² , Puti Farida Marzuki ³ dan Indryati Sunaryo ⁴	
162K	ANALISIS PENAWARAN KONTRAKTOR.....	K-163
	Mandiyo Priyo ¹ , Anita Widiandi ² dan Clara Shinta Yonhas Maharani ³	
168K	FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI MOTIVASI KERJA PEKERJA TERAMPIL DI INDUSTRI KONSTRUKSI.....	K-171
	Anton Soekiman ¹ dan Billy Ukur Purbasakti ²	
177K	ANALISA SISA MATERIAL KONSTRUKSI DAN PENANGANANNYA PADA PROYEK GEDUNG PENDIDIKAN PROFESI GURU UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA	K-181
	Farida Rahmawati ¹ dan Diana Wahyu Hayati ¹	
191K	KINERJA PENGEMBANG GEDUNG BERTINGKAT DALAM PENGGUNAAN MATERIAL RAMAH LINGKUNGAN	K-189
	Dewi Rintawati ¹ , Bambang E. Yuwono ² dan Mohammad Iqram ³	

- 194K VARIASI PENGGUNAAN JENIS MATERIAL BEKISTING PADA PEKERJAAN STRUKTUR PILE CAP DAN PENGARUHNYA TERHADAP BIAYA DAN DURASI PELAKSANAAN PROYEK K-197
Yervi Hesna¹, Radhi Alfalah²
- 196K ANALISIS KEANDALAN TERHADAP BAHAYA KEBAKARAN DAN KONDISI SANITASI LINGKUNGAN DI ENAM PASAR TRADISIONAL KELAS III KOTA YOGYAKARTA K-205
Bayu Dwi Wismantoro¹
- 197K KAJIAN *GREEN CONSTRUCTION* INFRASTRUKTUR JALAN DALAM ASPEK KONSERVASI SUMBERDAYA ALAM K-213
Wulfram I. Ervianto¹
- 201K CONCEPTUAL TOOL AND PROCEDURE FOR COMMUNITY-BASED PARTICIPATION IN SCHOOL MAINTENANCE PROGRAM K-221
Safrilah¹ and Susy Fatena Rostiyanti²
- 219K PEMODELAN PROBABILISTIK UNTUK MEMPREDIKSI RISIKO KEBAKARAN MENGGUNAKAN HIRID BBN-KRIGING K-227
Tri Joko Wahyu Adi¹ dan Mirnayani²
- 229K PEMETAAN TANAH ASET PEMERINTAH KOTA STUDI KASUS: TANAH ASET PEMERINTAH KOTA PROBOLINGGO K-237
Agus Prijadi Saido¹ dan Suryoto²
- 234K STUDI HARGA PENAWARAN DAN FAKTOR PENENTU PEMENANG TENDER PROYEK KONSTRUKSI DI DIY UNTUK KUALIFIKASI NON KECIL..... K-243
Zaenal Arifin¹ dan Dara Juwanti²
- 249K GADIS TING TING (GARDU DISTRIBUSI BERTINGKAT TERINTEGRASI)..... K-251
Henri Firdaus¹, M Fatkhul Hakim², Athanasius Benny Saptono³ dan Sumarsono⁴
- 256K KERUGIAN BIAYA SOSIAL AKIBAT DAMPAK PELAKSANAAN PROYEK PEMERLIHARAN JALAN (STUDI KASUS : PROYEK PENINGKATAN JALAN ARTERI PROVINSI BALI TAHUN 2012)..... K-259
Dewa Ketut Sudarsana¹, Nyoman Swastika¹
- 267K STRATEGI PENGELOLAAN LABORATORIUM DINAS PEKERJAAN UMUM DI PROVINSI PAPUA..... K-267
Otniel Kmur¹, Tri Joko Wahyu Adi² dan Farida Rahmawati²
- 271K IDENTIFIKASI RANTAI PASOK BAJA RINGAN UNTUK MENDUKUNG PEMBANGUNAN RUMAH TAHAN GEMPA DI INDONESIA K-275
Azaria Andreas¹, Muhamad Abduh²
- 273K MODEL BASISDATA DAN ALGORITMA UNTUK PEMILIHAN ALTERNATIF STRATEGI UNTUK PELAKU JASA KONSTRUKSI K-283
Setiono¹, Fajar Sri Handayani² dan Suyatno K³
- 281K MODEL KEPERCAYAAN DAN KEPUASAN KERJA TERHADAP KESUKSESAN PROYEK..... K-291
Herry Pintardi Chandra¹

KELOMPOK PEMINATAN LINGKUNGAN

- 018L KAJIAN MITIGASI BENCANA BANJIR BANDANG KECAMATAN LEUSER ACEH TENGGARA MELALUI ANALISIS PERILAKU SUNGAI DAN DAERAH ALIRAN SUNGAI L-1
Azmeri¹ dan Devi Sundry¹
- 035L PENGGUNAAN LUBANG RESAPAN BIOPORI UNTUK MINIMALISASI DAMPAK BAHAYA BANJIR PADA KECAMATAN SUKAJADI KELURAHAN SUKAWARNA RW004 BANDUNG L-9
Maria Christine Sutandi¹, Ginardy Husada², Kanjalia Tjandrapuspa T³,
Daud Rahmat W⁴ dan Toni Sosanto⁵
- 093L MODEL PERUBAHAN LINGKUNGAN DI KORIDOR JALAN UNTUK MEWUJUDKAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN L-15
Iskandar Muda Purwaamijaya¹, Wahyu Wibowo², Herwan Dermawan³
dan Rina Marina Masri⁴
- 094L ANALISIS KERUANGAN PEMBANGUNAN PERUMAHAN DAN PERMUKIMAN DI KAWASAN BANDUNG UTARA UNTUK MEWUJUDKAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN L-23
Rina Marina Masri¹ dan Iskandar Muda Purwaamijaya²
- 121L PEMBUATAN, KARAKTERISASI DAN APLIKASI KITOSAN DARI CANGKANG KERANG HIJAU (*MYTULUS VIRDIS LINNEAUS*) SEBAGAI KOAGULAN PENJERNIH AIR L-33
Sinardi¹, Prayatni Soewondo², dan Suprihanto Notodarmojo³
- 144L PENENTUAN KOEFISIEN BIOKINETIK DAN NITRIFIKASI PADA PROSES BIOLOGIS LUMPUR AKTIF AIR LIMBAH L-39
Allen Kurniawan
- 151L STUDI KEINGINAN MEMBAYAR OLEH MASYARAKAT DALAM UPAYA PENINGKATAN KUALITAS PELAYANAN PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN SAMPAH TPA TAMANGAPA KOTA MAKASSAR L-47
Irwan Ridwan Rahim¹ dan Achmad Zubair²
- 154L POTENSI TEKNOLOGI PEMANEN KABUT DI DATARAN TINGGI NGOHO L-53
Aditya Riski¹, Puji Utomo², Taufiq Ilham Maulana³, dan Musofa⁴
- 259L PROTOTIPE UNIT PENGOLAHAN AIR LIMBAH DENGAN REAKTOR ELEKTROKIMIA (UPAL-RE) UNTUK MELAYANI *HOME INDUSTRY* BATIK L-59
Budi Utomo¹, Musyawah², Hunik Sri Runing Sawitri³

KELOMPOK PEMINATAN TRANSPORTASI

- 005T ANALISA *BLACK SPOT* DAN *BLACK SITE* RUAS JALAN LINTAS PEKANBARU – DURI (KM 96 – KM 122) DITINJAU DARI AUDIT KESELAMATAN JALAN KABUPATEN BENGKALIS PROPINSI RIAU T-1
Abd.Kudus Zaini , Muhammad Hijrin
- 030T ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL PENGOPERASIAN ANGKUTAN SEKOLAH DI KOTA DENPASAR (STUDI KASUS SEKOLAH RAJ YAMUNA)..... T-11
Putu Alit Suthanaya¹ dan Nyoman Tripidiana Putra²
- 044T ANALISIS PEMILIHAN TIPE INTERCHANGE JALAN TOL KUTA – TANAH LOT – SOKA T-19
Putu Kwintaryana Winaya
- 049T OPTIMALISASI SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI PERGERAKAN BARANG ANGKUTAN JALAN RAYA BERDASARKAN JARAK DISTRIBUSI TERPENDEK (STUDI KASUS PERGERAKAN BARANG POKOK DAN STRATEGIS *INTERNAL REGIONAL* JAWA TENGAH)..... T-27
Juang Akbardin
- 055T PERBANDINGAN HASIL PEMILIHAN TRASE JALAN DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN AHP DAN ANP (STUDI KASUS: PENGEMBANGAN JALAN KOLEKTOR PROVINSI GORONTALO) T-37
Fadly Ibrahim¹, Moch. Husnillah Pangeran² dan Agung Wihartanto³
- 063T STUDI PERBANDINGAN PERKERASAN JALAN LENTUR METODE BINA MARGA DAN AASTHO DENGAN MENGGUNAKAN UJI *DYNAMIC CONE PENETRATION* (RUAS JALAN BUNGKU - FUNUASINGKO KABUPATEN MOROWALI) T-45
Irwan Lie Keng Wong¹
- 066T KAJIAN KEBERADAAN RUANG PELAYANAN PUBLIK TERHADAP KEBUTUHAN PARKIR DAN KINERJA RUAS JALAN (STUDI KASUS KLINIK CEMPAKA LIMA, KOTA BANDA ACEH)..... T-53
Renni Anggraini¹, Burhanuddin², M. Iqbal Ilyas³
- 069T ANALISA KINERJA MARKA *YELLOW BOX JUNCTION* (STUDI KASUS SIMPANG JALAN MAYJEN SUTOYO, JAKARTA) T-61
A.R. Indra Tjahjani¹ dan Niko Pratama Hutapea²
- 075T ANALISIS DAMPAK BANGKITAN LALU LINTAS TERHADAP RENCANA KAWASAN REKLAMASI TELUK BENOA BALI T-69
I Wayan Suweda¹
- 100T DINAMIKA KEGIATAN DAN PERUBAHAN POLA PERGERAKAN PROFESIONAL MOBILE DI JABODETABEK: IMPLIKASI DARI INTERAKSI MOBILE MENGGUNAKAN PONSEL PINTAR..... T-77
Gloriani Novita Christin¹, Ofyar Z. Tamin², Idwan Santosa³, dan Miming Miharja⁴
- 125T ANALISIS BIAYA OPERASI KENDARAAN RUAS JALAN PERKOTAAN WILAYAH KOTA MEDAN..... T-85
Charles Sitindaon
- 136T ANALISIS KINERJA DAN PEMETAAN ANGKUTAN UMUM (MIKROLET) DI KOTA MAKASSAR (STUDI KASUS : ANGKUTAN UMUM TRAYEK A,C, G, J, S) T-103
Syafuruddin Rauf¹, Ahmad Faisal Aboe¹

146T	PENGEMBANGAN MODEL KAPASITAS WEAVING DI INDONESIA..... Efendhi Prih Raharjo ¹ , Bambang Sugeng Subagio ² dan Sony Sulaksono Wibowo ³	T-113
153T	BASIS DATA SPASIAL MONITORING JARINGAN JALAN DENGAN METODE <i>LINEAR REFERENCING</i> Nindy Cahyo Kresnanto ¹ dan Dwi Yulianto ²	T-123
165T	MODEL PEMILIHAN MODA DAN PERBANDINGAN PERILAKU PERJALANAN (STUDI KASUS DI YOGYAKARTA DAN FILIPINA)..... Gito Sugiyanto	T-131
169T	PENGARUH PERLINTASAN KERETA API TERHADAP KINERJA JALAN RAYA CITAYAM..... Sylvia Indriany ¹ , Wandhi Wijaya ²	T-139
173T	PERENCANAAN DAN EVALUASI SISTEM TRANSPORTASI LOGISTIK KOTA DENPASAR YANG RAMAH LINGKUNGAN..... I Nyoman Budiarta R.M	T-147
174T	PENGARUH PARKIR DIBADAN JANAN TERHADAP LALULINTAS DAN SOLUSINYA DI RUAS JALAN DR.RAJIMAN SURAKARTA..... Suwardi	T-157
179T	ANALISIS KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL (STUDI KASUS : SIMPANG 3 TAK BERSINYAL JL. RAYA SETURAN-JL. RAYA BABARSARI-JL. KLEDOKAN, DEPOK, SLEMAN, YOGYAKARTA)..... Pristiwa Sugiharti ¹ , Wahyu Widodo ²	T-167
188T	KAJIAN HASIL PELAKSANAAN RSPA (ROAD SAFETY PARTNERSHIP ACTION) DI PROPINSI RIAU TAHUN 2012..... Sugeng Wiyono	T-173
241T	BIAYA POKOK ANGKUTAN BUS TRANS JOGJA PASCA KENAIKAN HARGA BAHAN BAKAR MINYAK..... Imam Basuki	T-181
247T	KAJIAN PUTAR BALIK (U-TURN) TERHADAP KEMACETAN RUAS JALAN DI PERKOTAAN (STUDI KASUS RUAS JALAN TEUKU UMAR DAN JALAN ZA. PAGAR ALAM KOTA BANDAR LAMPUNG)..... Weka Indra Dharmawan ¹ , Devi Oktarina ²	T-189
258T	PENERAPAN ALGORITMA FUZZY LOGIC PADA PENGEMBANGAN TEKNOLOGI LAMPU LALU LINTAS BERBASIS DEMAND RESPONSIVE..... Budi Yulianto ¹ dan Setiono ²	T-197
260T	MODEL TARIKAN PERGERAKAN PADA RUMAH SAKIT (STUDI KASUS DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA)..... M.Hafiz Arsan Haq ¹ , Syafi'i ² , Amirotul MHM ³	T-207
261T	MODEL TARIKAN PERGERAKAN PADA PABRIK DI KELURAHAN PURWOSUMAN, SIDOHARJO, SRAGEN, JAWA TENGAH..... Ria Miftakhul Jannah ¹), Syafi'i ²), Slamet Jauhari Legowo ³)	T-215
262T	ANALISIS PEMODELAN TARIKAN PERGERAKAN BANK DENGAN METODE ANALISIS REGRESI LINEAR BERGANDA (STUDI KASUS DI WILAYAH SURAKARTA)..... R.J Pratama ¹), Syafi'i ²), Legowo ³)	T-223

278T

ESTIMASI MATRIKS ASAL TUJUAN PERJALANAN DARI DATA
LALULINTAS DENGAN METODE GRADIENT

Syafi'i¹

T-231

Kelompok Perencanaan
Kebijakan

PERAN *LIFE CYCLE ANALYSIS* (LCA) PADA MATERIAL KONSTRUKSI DALAM UPAYA MENURUNKAN DAMPAK EMISI KARBON DIOKSIDA PADA EFEK GAS RUMAH KACA (031K)

Hermawan¹, Puti Farida Marzuki², Muhamad Abduh², R. Driejana³

¹Mahasiswa Program Studi Doktor Teknik Sipil Pengutamaan Manajemen Rekayasa dan Konstruksi
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha No. 10 Bandung
Email: hermawan.tjan@yahoo.com

²Staf Pengajar Teknik Sipil Kelompok Keahlian Manajemen Rekayasa dan Konstruksi
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha No. 10 Bandung
Email: puti@si.itb.ac.id; abduh@si.itb.ac.id

³Staf Pengajar Teknik Sipil Kelompok Keahlian Pengelolaan Limbah dan Udara
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha No. 10 Bandung
Email: driejana@tl.itb.ac.id

ABSTRAK

Layaknya setiap produk atau jasa yang dihasilkan, dapat dipastikan akan melalui suatu tahapan. Demikian pula dengan material konstruksi sebagai produk yang juga dihasilkan dari suatu tahapan. Setiap tahapan akan terangkai dalam suatu siklus, yang lazimnya disebut dengan *life cycle analysis*/ analisis daur hidup. Tahapan yang ada pada LCA terdiri dari ekstraksi bahan mentah, proses produksi, transportasi, operasi dan sampai pada proses daur ulang. Berdasarkan tahapan-tahapan tersebut, maka ruang lingkup analisis daur hidup dapat dibagi ke dalam beberapa tipe yaitu: *cradle to grave*, *cradle to gate*, *gate to gate* dan *cradle to cradle*. Pada masing-masing tahapan memerlukan masukan dan akan menghasilkan keluaran. Salah satu keluaran yang menjadi isu strategis terhadap pemanasan global adalah emisi karbon dioksida. Penggunaan material konstruksi merupakan salah satu sumber emisi karbon dioksida. Semen, keramik dan baja merupakan tiga material konstruksi yang menghasilkan emisi karbon dioksida terbesar. Besarnya emisi karbon dioksida dapat terjadi pada semua tahapan yang ada pada analisis daur hidup. Oleh karena itu, analisis daur hidup diperlukan upaya untuk memonitor keluaran emisi karbon dioksida pada setiap tahapan sehingga dapat berkontribusi untuk mewujudkan konstruksi yang berkelanjutan.

Kata kunci: *life cycle analysis*, material konstruksi

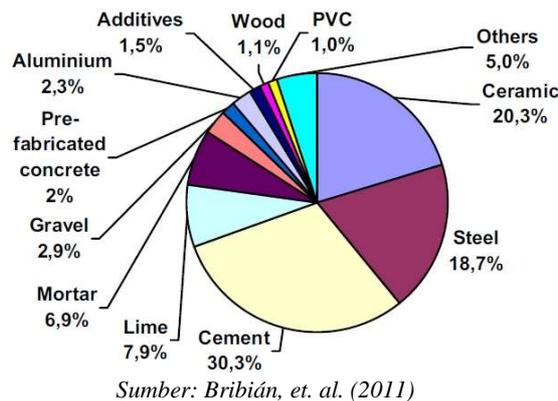
1. PENDAHULUAN

Dalam dua dekade sejak dimulainya pertemuan yang dimotori oleh *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) pada tahun 1992 yang dihadiri oleh 170 negara, perubahan cuaca dan ancaman terhadap lingkungan menjadi agenda yang penting bagi negara industri dan negara yang sedang berkembang. Tujuan UNFCCC adalah menjaga kestabilan efek gas rumah kaca pada tingkat tertentu di negara masing-masing sehingga tidak menimbulkan gangguan terhadap manusia (Egenhofer et al. 2004). Pertemuan ini dilanjutkan pada tahun 1997 dan menghasilkan sebuah perjanjian internasional yang lebih dikenal dengan Protokol Kyoto. Tujuan dari perjanjian tersebut untuk mengurangi emisi efek gas rumah kaca. Selain tujuan tersebut, juga ditetapkan enam jenis emisi gas rumah kaca yang terdiri *Carbon dioxide* (CO₂), *Methane* (CH₄), *Nitrous dioxide* (N₂O), *Hydrofluorocarbons* (HFCs), *Perfluorocarbons* (PFCs) dan *Sulphur hexafluoride* (SF₆) (United Nations 1998). Beberapa penelitian yang dilakukan oleh Bernstein (2007), Monahan & Powell (2011) dan You et al. (2011) menunjukkan bahwa emisi karbon dioksida (CO₂) merupakan salah satu gas rumah kaca yang sangat signifikan pengaruhnya terhadap perubahan iklim.

Oleh karena itu, berbagai upaya dilakukan untuk mengurangi dampak dari emisi karbon dioksida terhadap lingkungan. Beberapa instrumen dan indikator dikembangkan untuk melakukan asesmen terhadap dampak lingkungan yang disebabkan oleh emisi karbon dioksida. Instrumen dan indikator yang telah dikembangkan meliputi *Life Cycle Assessment* (LCA), *Strategic Environmental Assessment* (SEA), *Environment Impact Assessment* (EIA), *Environmental Risk Assessment* (ERA), *Cost Benefit Analysis* (CBA), *Material Flow Analysis* (MFA), *Ecological Footprint* dan *Carbon Footprint* (Finnveden, et. al. 2009). Makalah ini berfokus pada peran LCA yang digunakan oleh material konstruksi. Material konstruksi sebagai produk yang dihasilkan melalui sebuah proses pabrikasi, tidak

dapat dilepaskan dari siklus dimiliki oleh LCA. LCA memiliki sebuah siklus yang dapat dimulai dari kegiatan ekstraksi bahan mentah, proses produksi, transportasi, operasi dan sampai pada proses daur ulang. Dengan ruang lingkup siklus tersebut, maka LCA dapat memberikan informasi dampak lingkungan dari kegiatan yang menghasilkan produk. Produk yang dimaksud dapat terdiri dari barang dan jasa (Finnveden, et. al. 2009).

Penelitian yang dilakukan oleh Bribián, et. al. (2011) menunjukkan bahwa material konstruksi turut berperan terhadap peningkatan efek gas rumah kaca, khususnya karbon dioksida. Pada Gambar 1. menunjukkan persentase kontribusi emisi karbon dioksida dari beberapa material konstruksi yang digunakan per m² pada bangunan gedung. Berdasarkan Gambar 1. dapat diperoleh informasi bahwa material konstruksi yang memiliki signifikansi sebagai sumber emisi karbon dioksida terdiri dari semen, keramik dan baja.



Gambar 1. Persentase kontribusi emisi karbon dioksida dari beberapa material konstruksi yang digunakan per m² pada bangunan gedung

Apabila dianalisis lebih lanjut, semen dan keramik memang memiliki persentase yang signifikan dibandingkan baja. Besarnya emisi karbon dioksida yang dihasilkan dari keramik lebih banyak dihasilkan pada proses manufaktur saja. Sedangkan semen masih membutuhkan proses lebih lanjut untuk mewujudkan fungsinya. Proses lebih lanjut yang dimaksud adalah proses pencampuran dengan material agregat, pasir, air dan aditif kemudian dilanjutkan pada proses pengecoran. Oleh karena itu, semen memiliki signifikansi sebagai kontributor emisi karbon dioksida. Demikian halnya dengan baja, pada proses manufaktur juga akan menghasilkan emisi karbon dioksida. Namun demikian, baja juga masih membutuhkan proses atau tahap berikutnya yang sama kompleksnya dengan semen. Sehingga semen dan baja dapat disimpulkan merupakan material yang sangat signifikan sebagai sumber emisi karbon dioksida. Penelitian-penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Mikulčić, et. al. (2013) dan Siitonen, et al, (2010), menunjukkan bahwa industri manufaktur semen dan baja menghasilkan emisi karbon paling besar. Liu, et. al. (2012), Vatopoulos dan Tzimas (2012) dan Worrel, et. al. (2001) menyatakan bahwa industri semen berkontribusi 5%-7% dari total emisi karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkan di seluruh dunia. Wang et. al. (2008), Kundak et. al. (2009), Sodsai dan Rachdwaong (2012), dan Zhang et. al. (2012) melakukan penelitian pada industri baja. Berdasarkan penelitian tersebut, industri baja menghasilkan emisi karbon dioksida (CO₂) sebesar 5% sampai 6% dari total emisi karbon dioksida (CO₂).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada industri semen dan baja hanya menunjukkan besarnya emisi karbon dioksida yang dihasilkan pada siklus manufaktur saja. Sedangkan besarnya emisi karbon dioksida yang dihasilkan pada kegiatan pasca manufaktur belum teridentifikasi. Dengan adanya LCA, maka LCA dapat digunakan sebagai alat bantu untuk mengestimasi besarnya emisi karbon dioksida pada tahapan kegiatan berikutnya.

2. TUJUAN

Tujuan tulisan ini adalah melakukan kajian literatur terhadap peranan *life cycle analysis* pada material konstruksi untuk mengurangi dampak emisi karbon dioksida pada efek gas rumah kaca.

3. KAJIAN PUSTAKA

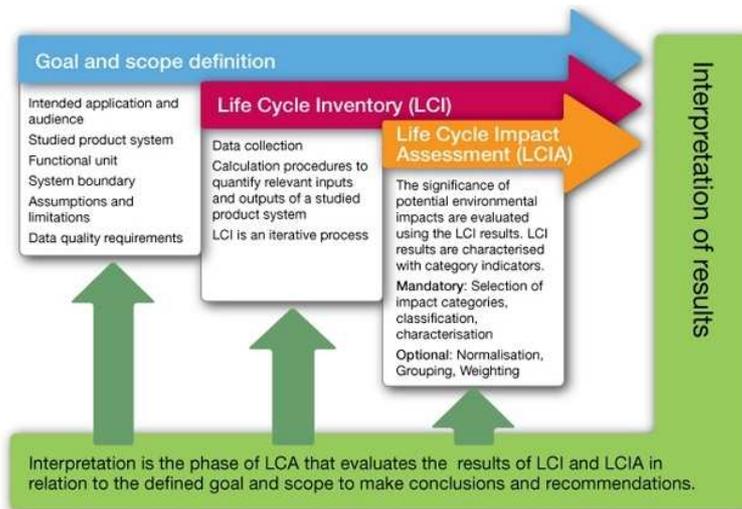
Life cycle analysis (LCA)

Menurut ISO 14040, LCA adalah sebuah teknik yang digunakan untuk melakukan asesmen terhadap dampak lingkungan yang berhubungan dengan suatu produk. Tahap pertama pada LCA adalah menyusun dan menginventarisasi masukan dan keluaran yang berhubungan dengan produk yang akan dihasilkan. Kemudian

melakukan evaluasi terhadap potensi dampak lingkungan yang berhubungan dengan masukan dan keluaran dari produk tersebut; serta menginterpretasikan hasil analisis dan asesmen dampak dari setiap tahapan yang berhubungan dengan objek studi. LCA dapat memberikan informasi dampak lingkungan dari siklus produk dari ekstraksi bahan mentah, proses produksi, penggunaan produk dan *waste* dari produk yang dihasilkan dari sebuah kegiatan produksi.

Pada Gambar 2 menunjukkan tahapan LCA yang dibagi menjadi empat tahapan yaitu:

- tujuan, ruang lingkup dan definisi
tahap pertama dari LCA, yaitu mendefinisikan ruang lingkup studi termasuk mendefinisikan fungsi dari masing-masing bagian, batasan studi..
- analisis inventori
tahap kedua pada LCA adalah melakukan inventarisasi masukan dan keluaran yang berhubungan dengan ruang lingkup studi.
- asesmen dampak
pada tahapan ini, dilakukan evaluasi terhadap dampak potensi terhadap lingkungan dengan menggunakan hasil dari *life cycle inventory* dan menyediakan informasi untuk menginterpretasikan pada fase terakhir
- interpretasi
tahap akhir analisis daur hidup memberikan simpulan, rekomendasi, dan pengambilan keputusan berdasarkan batasan studi yang telah ditetapkan pada tahap pertama

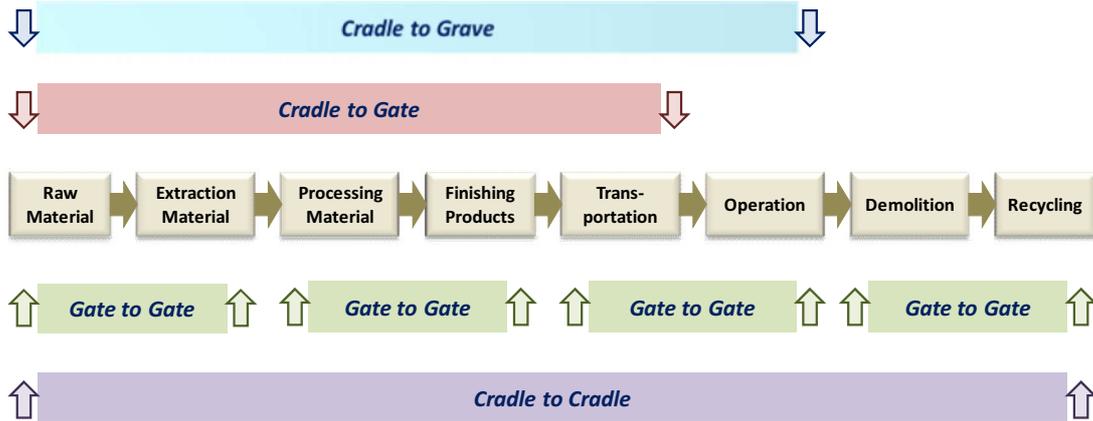


Sumber: Diunduh dari www.vtt.fi
Gambar 2. Tahapan pada LCA

Ruang lingkup pada LCA dapat dibagi menjadi empat macam ruang lingkup yaitu:

- Cradle to grave*, ruang lingkup pada bagian ini dimulai dari *raw material* sampai pada pengoperasian produk.
- Cradle to gate*, ruang lingkup pada analisis daur hidup dimulai dari *raw material* sampai ke *gate* sebelum proses operasi.
- Gate to gate* merupakan ruang lingkup pada analisis daur hidup yang terpendek karena hanya meninjau kegiatan yang terdekat.
- Cradle to cradle* merupakan bagian dari analisis daur hidup yang menunjukkan ruang lingkup dari *raw material* sampai pada daur ulang material.

Skema dari ruang lingkup LCA dapat dilihat pada Gambar 3.



Sumber: Diolah dari AIA Guide to Building Life Cycle Assessment in Practice (2010)

Gambar 3. Ruang lingkup pada LCA

Peran LCA pada material konstruksi

Studi terhadap dampak lingkungan telah dimulai pada tahun 1960-1970-an. Fokus dari studi dampak lingkungan terbatas pada tahap penggunaan produk. Pada tahun 1969, studi dampak lingkungan dilakukan pada produk yang dihasilkan oleh Coca Cola. Pada awal tahun 1980-an, mulai muncul pemikiran untuk mengimplementasikan LCA pada sektor konstruksi dengan fokus pada penggunaan sumber daya (Buyle, et. al. 2013). Pada tahun 1990-an, merupakan periode perkembangan LCA sebagai instrumen yang digunakan untuk melakukan asesmen dampak lingkungan. *Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)* merupakan organisasi nonprofit yang pertama mulai mengimplementasikan konsep LCA pada penelitian yang berhubungan dengan lingkungan. Kemudian pada tahun 1994, *Organization for Standardization (ISO)* menetapkan LCA sebagai standar instrumen yang dapat digunakan untuk melakukan analisis dampak lingkungan pada semua industri. Penetapan LCA diatur di dalam ISO 14040.

LCA berkembang pesat pada tahun 2000-an. Diawali di Eropa yang menetapkan kebijakan bahwa semua produk harus mengimplementasikan ISO 14040. Penetapan kebijakan tersebut diatur oleh *European Commission on Integrated Product Policy (ECIPP)*. Dalam perkembangannya ECIPP mengembangkan konsep LCA menjadi sebuah pedoman yang dituangkan ke dalam *International Reference Life Cycle Data System Handbook (ILCD)* dan dipublikasikan pada tahun 2010 (Buyle, et. al. 2013).

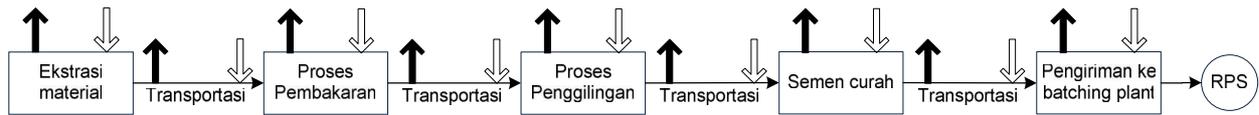
Perkembangan tersebut ditindaklanjuti oleh *United Nations Environment Program (UNEP)* dan SETAC dengan menyusun sebuah instrumen penilaian bagi industri yang mengklaim dirinya sebagai penghasil produk ramah lingkungan (Buyle, et. al. 2013). *Environmental Product Declarations (EPDs)* merupakan istilah yang sering digunakan untuk mendeklarasikan produk ramah lingkungan. Setelah ditetapkannya EPDs, maka era ini menjadi awal pesat berkembangnya implementasi LCA pada sektor konstruksi termasuk manufaktur material konstruksi. Bahkan berkembang sampai pada penetapan standar penggunaan material konstruksi yang berlabel EPDs pada bangunan. Sehingga bangunan yang menggunakan material berlabel EPDs dapat diaudit apakah memiliki atau tidak nilai keberlanjutan. Pada Tabel 1. menunjukkan implementasi LCA pada material konstruksi.

Tabel 1. Implementasi LCA pada material konstruksi

Sumber Literatur	Level	Studi Kasus	Instrumen	Ruang lingkup
Low, Shi-Man (2005)	Manufaktur	Semen dan Beton Pracetak	MFA	Cr to Cr
Zapata & Gambatese (2005)	Proyek	Perkerasan kaku dan fleksibel	LCA	Cr to Cr
Palaniappan, et. al. (2009)	Manufaktur	Beton Pracetak	LCA	Cr to Gt
Peng & Pheng (2011)	Manufaktur	Beton Pracetak	LCA	Gt to Gt
Wong & Tang (2012)	Manufaktur	Beton Pracetak	LCA	Cr to Site
Hermawan, et. al (2013)	Manufaktur & Proyek	Semen, Baja tulangan, Ready mix	LCA	Cr to Installation

Keterangan: MFA = *Material Flow Analysis*, LCA = *Life Cycle Analysis*, Cr= *Cradle*, Gt= *Gate*

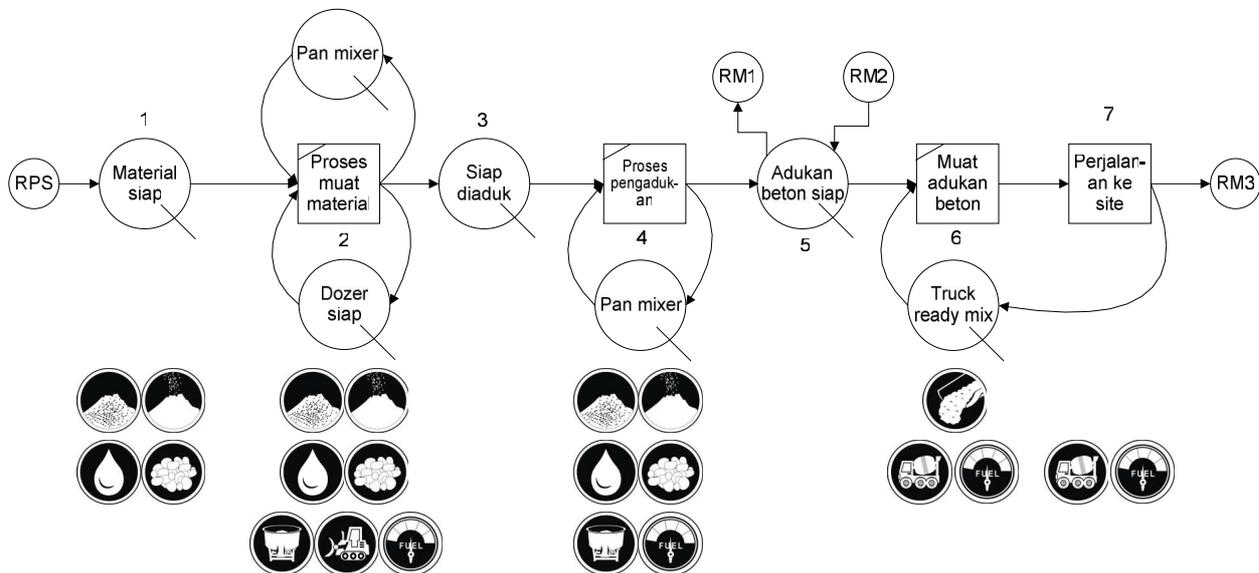
Berdasarkan Tabel 1. masing-masing penelitian memiliki keunikan pada level dan ruang lingkup. Level penelitian dapat dilakukan pada proses manufaktur material dan proyek. Sedangkan pada ruang lingkup meliputi *cradle to cradle*, *cradle to gate*, *cradle to site* dan *cradle to install*. Pada penelitian yang akan dilakukan berfokus pada material semen, baja tulangan dan *ready mix* dengan metode LCA pada ruang lingkup *cradle to installation*. Berikut ini merupakan sebagian kecil dari model peran LCA material semen yang akan dikembangkan pada penelitian ini. Pada Gambar 4. menunjukkan model LCA produk semen curah



Sumber: Dikembangkan dari Piratla, K. R., et al. (2012) dan Low, Shi-Man (2005)

Gambar 4. Model LCA produk semen curah

Gambar 4 menjelaskan bahwa LCA yang terjadi pada ruang lingkup di proses manufaktur semen dan batas akhir dari bagian ini, semen diolah dalam bentuk semen curah kemudian didelivery ke *batching plant*. Pada *batching plant*, semen curah akan digunakan sebagai bahan baku beton sesuai dengan *mix design* yang diminta oleh pihak proyek. Sedang tahap berikutnya adalah beton yang telah dibuat di *batching plant* di *delivery* ke proyek hingga pada proses pengecoran. Gambar 5 merupakan kelanjutan dari Gambar 4. Gambar 5 merupakan proses yang ada di *batching plant*. Proses yang terjadi pada Gambar 5 meliputi muat material semen, pasir, agregat dan air ke dalam *pan mixer*, kemudian dicampur sehingga menjadi beton. Tahap selanjutnya beton dimuat ke dalam *ready mix* yang akan menuju ke *site*. Sumber daya yang dibutuhkan pada model ini meliputi semen, pasir, agregat, air, *dozer*, *pan mixer* dan *truck ready mix*. Tahap berikutnya adalah beton akan dibawa ke proyek dengan menggunakan *ready mix* dan dilanjutkan pekerjaan pengecoran.



Sumber: Dikembangkan dari Low, Shi-Man (2005)

Gambar 5. Model LCA pada produksi beton *ready mix*

Pada Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan siklus yang terbagi ke dalam beberapa tahap kegiatan. Masing-masing 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, maka bahan bakar menjadi masukan yang penting bagi tiap-tiap tahapan. Sedangkan keluarannya adalah emisi karbon dioksida. Emisi karbon dioksida terbagi menjadi 2 yaitu emisi langsung dan emisi tidak langsung. Emisi langsung adalah emisi yang dihasilkan dari kegiatan proses konstruksi. Sedangkan emisi tidak langsung berasal dari manufaktur material konstruksi yaitu semen dan baja. Untuk memperoleh besarnya emisi karbon dioksida dari masing-masing tahapan, didekati dengan formula matematis. Formula yang akan digunakan pada penelitian ini, mengadopsi formula yang digunakan oleh Liu et al. (2012). Sebagai contoh formula matematis untuk menghitung emisi langsung, menggunakan formula sebagai berikut:

$$E_d = (Q_{ed} \times F_e) + (Q_{dd} \times F_d) \tag{1}$$

Keterangan

E_d = emisi yang dihasilkan dari kegiatan proyek

Q_{ed} dan Q_{dd} = konsumsi energi dari penggunaan alat yang berenergi listrik dan diesel

F_e dan F_d = faktor konversi untuk alat berbahan bakar listrik dan diesel sebesar 0.004t CO₂-e/kg

Prinsip LCA yang digambarkan pada Gambar 4 dan Gambar 5 dapat memberikan informasi besarnya emisi karbon dioksida yang sifatnya langsung dan tidak langsung. Sehingga LCA dapat membantu dalam mengambil keputusan untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada bagian sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa hal yang meliputi: (1) LCA merupakan instrumen yang baru di industri konstruksi khususnya bagi manufaktur material konstruksi; (2) dalam kaitannya dengan efek gas rumah kaca, LCA dapat digunakan sebagai instrumen untuk menggambarkan kebutuhan dan dampak yang diakibatkan dari masing-masing tahapan; (3) LCA dapat membantu dalam mengambil keputusan guna mengurangi dampak.

DAFTAR PUSTAKA

- AIA Guide to Building Life Cycle Assessment in Practice, 2010
- Bernstein, L., et. al. (2007). *IPCC Summary of policy makers. intergovernmental panel on climate change - fourth assessment report*.
- Bribián, et al. (2011). "Life cycle assessment of building materials: comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement", *Building and Environment* 46: 1133-1140.
- Buyle, M., et. al. (2013). "Life cycle assessment in the construction sector: a review" *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 26: 379-388.
- Egenhofer, C., et. al. (2004). "The future of the international climate change regime: The contribution of 'regional approaches' towards an international climate change agreement" *International Forum for Environmental Issues*, Tokyo 3-5 March 2004.
- Finnveden, et. al. (2009). "Recent developments in Life Cycle Assessment", *Journal of Environmental Management* 91: 1-21.
- ISO 14040, *Environmental management-life cycle assessment-principles and framework*.
- Kundak, M., et. al. (2009) "CO₂ emissions in the steel industry", *Metalurgija* 48-3: 193-197.
- Liu, et.al. (2012). "Optimizing cost and CO₂ emissions for construction projects using particle swarm optimization", *Journal of Habitat International* xxx: 1-8.
- Low, Shi-Man.(2005). *Material flow analysis in US*, Thesis of Master of Science in Building Technology at the MIT.
- Monahan, J., Powell, J.C.(2011). "An embodied carbon and energy of modern methods of construction in housing: A case study using a lifecycle assessment framework", *Energy and Buildings* 43: 179-188.
- Mikulčić, H., Vujanović M., & Duić, N. (2013), "Reducing the CO₂ emission in Croatian cement industry", *Journal of Applied Energy* 101: 41-48.
- Palaniappan, S., et al. (2009), "Carbon emissions based on ready-mix concrete transportation: production home building case study in the Greater Phoenix Arizona Area", <http://ascpro0.ascweb.org>, diunduh 10 Juli 2012
- Peng, W., Pheng, L. S. (2011), "Managing the embodied carbon of precast concrete columns", *Journal of Materials in Civil Engineering*, August 2011.
- Piratla, K. R., et.al. (2012). "Estimation of CO₂ emissions from the life cycle of a potable water pipeline project", *Journal of Management in Engineering*, ASCE, January 2012.
- Siitonen, S., Tuomaala, M., & Ahtila, P. (2010). "Variables affecting energy efficiency and CO₂ emissions in the steel industry", *Energy Policy* 38: 2477-2485.
- Sodsai, P., Rachdawong, P. (2012), "The current situation on CO₂ emissions from the steel industry in Thailand and mitigation options", *International Journal of Greenhouse Gas Control* 6: 48-55.
- United Nations (1998). *Kyoto Protocol to The United Nations Framework Convention On Climate Change*.
- Vatopoulos, K., Tzimas, E. (2012). "Assessment of CO₂ capture technologies in cement manufacturing process", *Journal of Cleaner Production* 32: 251-261.
- Wang, C., et. al. (2008). "A model on CO₂ emission reduction in integrated steelmaking by optimization methods", *International Journal of Energy Research* 32: 1092-1106
- Wong, F., Tang, YT. (2012). "Comparative embodied carbon analysis of the prefabrication elements compared with in-situ elements in residential building development of Hongkong" *World Academy of Science and Technology* 62: 161-166.
- Worrel, E., et. al. (2001). "Carbon dioxide emissions from the global cement industry" *Annu. Rev. Energy Environmental* 26: 303-29.
- You, F., et. al. (2011). "Carbon emissions in the life cycle of urban building system in China – a case study of residential buildings", *Ecological Complexity* 8: 201-212.
- Zhang, B., et. al. (2012). "CO₂ emission reduction within Chinese iron & steel industry: practices, determinants and performance", *Journal of Cleaner Production* 33: 167-178.
- http://www.vtt.fi/research/technology/lca_life_cycle.jsp?lang=en, diunduh pada tanggal 14 Januari 2013