ISBN: 978-602-60286-1-7

PROSIDING

KoNTekS 12

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

Penerbit
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Didukung oleh:
BMPTTSSI
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 Ansusanto, 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

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
Vareskyu Khilgiya Budiman, Luky Handoko , Sumiyati Gunawan, and John Tri Hatmoko

ANALISA STABILITAS TURAP (*SHEET PILE*) PADA LAPISAN TANAH LUNAK (STUDI KASUS STRUKTUR TURAP TAMBAK LOROK SEMARANG) ..... GT - 7
Faisal Estu Yulianto

KOEFISIEN PERMEABILITAS (k) FALLING HEAD DAN OEDOMETER PADA TANAH KOHESIF DI WATES DIY ..... GT - 15
Sumiyati Gunawan, Agatha Padma Laksitaningtyas, dan Elia Yosafat Olla

CBR DAN KUAT TEKAN BEBAS TANAH DASAR JALAN RAYA YANG DISTBILISASI DENGAN KAPUR DAN BAUKSIT ..... GT - 25
Hendra Suryadharma , Husin, dan Bun Hiong

ASSESSMEN KERUSAKAN PERMUKAAN TANAH AKIBAT GEMPA BUMI BERDASARKAN DATA UJI SPT ..... GT - 35
John Tri Hatmoko dan Hendra Suryadharma

KONDISI GEOLOGI DAN INFILTRASI TERHADAP ANCAMAN GERAKAN TANAH PADA BATUAN VULKANIK DI KALDERA GUNUNG BATUR ..... GT - 45
I Nengah Sinarta dan A.A. Gede Sumanjaya

PERBAIKAN PONDASI TIANG STRUKTUR FACE FENDER DENGAN METODE PONDASI AKAR KETAPANG TIRUAN ..... GT - 53
Sulardi

PENGARUH MATOS TERHADAP PENINGKATAN CBR (STUDI KASUS: TANAH SEKITAR RAWA PENING) ..... GT - 59
Erwin Harris Saputra, Lie Sanders Deckcrealy K, Djoko Suwarno, dan Budi Setiyadi

ANALISIS DEBIT REMBESAN DI BAWAH TUBUH BENDUNG DENGAN PENDEKATAN METODE GRAFIS DAN NUMERIK ..... GT - 67
Indra Noer Hamdhan, Fauziah Fitriani Iskandar, dan Gibral Maulana

PERBAIKAN TANAH DASAR KONSTRUKSI JALAN DENGAN MENGGUNAKAN PERKUATAN *GEOTEKSTIL* ..... GT - 77
Irdhiani dan Martini

SUMUR RESAPAN RUMAH TANGGA UNTUK MENJAGA LINGKUNGAN ASRI ..... GT - 85
I Nyoman Aribudiman, I Wayan Redana, dan Gede Arya Yudi Bhaskara Dananjaya

PENGARUH PENAMBAHAN PASIR BERPOTENSI LIKUIFAKSI PADA *PUMICE* TERHADAP NILAI RASIO TEKANAN AIR PORI ..... GT - 95
Muhajirah, Ahmad Rifa'i dan Agus Darmawan Adi

IDENTIFIKASI RISIKO KETERLAMBATAN PENYEDIAAN ALAT PROYEK *OFFSHORE* PHE-WMO DI PT. X JAKARTA ..... MK - 95
Manlian Ronald A. Simanjuntak dan Krisna Widhyariana

THE APPLICATION OF ANALYTIC NETWORK PROCESS TO REVIEW THE CAUSES OF CONSTRUCTION DISPUTES ..... MK - 105
Elsya Patresia and A. Koesmargono

ANALISIS OPERASI TUNNELING DENGAN METODE NATM PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL CISUMDAWU ..... MK - 113
Muhamad Abduh, Reini D. Wirahadikusumah, Muhammad Iqbal, Novinda Annisa A dan Valensio Ryandi L

PENINGKATAN KOMPETENSI PERANCANGAN BAGI SARJANA TEKNIK SIPIL ITB ..... MK - 123
Muhamad Abduh, Biemo W. Soemardi dan Aris Aryanto

ANALISIS BIAYA SELAMA SIKLUS HIDUP UNTUK RUSUNAWA DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA ..... MK - 133
Albani Musyafa'

EFEKTIFITAS PENGELOLAAN LIMBAH KONSTRUKSI PADA PROYEK GEDUNG DI KABUPATEN BADUNG ..... MK - 141
I Nyoman Yudha Astana

ANALISIS KEPUASAN PENGGUNA BANGUNAN PONDOK INDAH MATANI ..... MK - 149
Sebastianus Baki Henong, Yoseph Alfridus Dalla dan Agustinus Patiraja

ANALISIS KOEFISIEN HARGA SATUAN PEKERJAAN PELAT LANTAI BETON DENGAN *STEEL DECK* PADA BANGUNAN GEDUNG ..... MK - 159
Dewa Ketut Sudarsana, I Gusti Ketut Sudipta dan Desak Putu Yuyun Juniati

FRAMEWORK INFRASTRUKTUR BERKELANJUTAN DAN BERKETAHANAN IKLIM DI INDONESIA ..... MK - 165
Wulfram I. Ervianto

PENGARUH GAYA KEPEMIMPINAN TERHADAP KINERJA TIM KERJA PROYEK KONSTRUKSI DI DKI JAKARTA ..... MK - 171
Bambang Endro Yuwono, Raflis dan Tyas Sundari

PENILAIAN RISIKO PELAKSANAAN PROYEK LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) JABODEBEK ..... MK - 177
Bimo Dwi Hartono, Bambang E. Yuwono dan Julia Damayanti

STUDI MENGENAI KESIAPAN KONTRAKTOR BUMN DALAM MENGIMPLEMENTASIKAN METODE DISPUTE BOARD (DB) SEBAGAI SALAH SATU UPAYA PENYELESAIAN SENGKETA KONSTRUKSI DI INDONESIA ..... MK - 185
Felix Hidayat dan Janice Zefira

PENYEBAB, TIPE DAN DAMPAK KECELAKAAN KERJA KONSTRUKSI PADA PROYEK GEDUNG BERTINGKAT TINGGI DI KOTA JAKARTA ..... MK - 195
Felix Hidayat dan Melvin Kalinggo

ANALISIS PENERAPAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) PADA PROYEK PEMBANGUNAN MESJID AGUNG A'LA NAGAN RAYA ..... MK - 205
Chaira, Zakia dan Mohd. Samsu

STUDI PERBANDINGAN PENYELESAIAN SENGKETA KONSTRUKSI DENGAN CARA ARBITRASE DAN LITIGASI DITINJAU TERHADAP BIAYA DAN WAKTU ..... MK - 213
Mardiaman dan Aripan Saipulloh

PENINGKATAN KOMPETENSI PERANCANGAN BAGI SARJANA TEKNIK SIPIL ITB

Muhamad Abduh, Biemo W. Soemardi dan Aris Aryanto

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha No. 10, Bandung
Email: abduh@si.itb.ac.id, b_soemardi@si.itb.ac.id, aris_aryanto@yahoo.com

ABSTRAK

Tantangan akan kebutuhan sumber daya manusia perekayasa teknik sipil untuk mendukung pembangunan infrastruktur yang tengah berlangsung semakin meningkat pada saat ini dan juga pada masa yang akan datang. Untuk itu, kemampuan perancangan bagi lulusan pendidikan tinggi bidang Teknik Sipil merupakan hal yang penting untuk diperhatikan, baik dalam jumlah maupun ketepatan waktu penyediaannya. Di lain pihak, program internasionalisasi pendidikan tinggi di Indonesia membuka kebutuhan akan persyaratan program studi yang setara dengan perguruan tinggi di luar negeri dengan akreditasi internasional, seperti ABET, JABEE, dan bahkan IABEE yang baru saja lahir, yang juga secara eksplisit menekankan kompetensi merancang bagi lulusannya, dengan adanya *capstone course* yang mendemonstrasikan pencapaian kompetensi merancang tersebut. Program Studi Sarjana Teknik Sipil ITB mencoba menjawab tantangan tersebut dengan melakukan pendekatan pemberian kemampuan perancangan secara bertahap dan terstruktur dengan pendekatan capaian kompetensi mahasiswa (*student's outcomes*). Pendekatan yang diambil mengakomodasi trilogi kuliah perancangan, yang dinamakan *keystone*, *cornerstone*, dan *capstone*. Perkuliahan perancangan tersebut melingkupi mata kuliah tingkat dasar, saat menjalani program Tahap Pertama Bersama (TPB), dan ketika sudah masuk dalam bidang Teknik Sipil, baik berupa kuliah kurikuler, ko-kurikuler, maupun ekstra-kurikuler. Makalah ini menyampaikan upaya yang telah dilakukan oleh Program Studi Sarjana Teknik Sipil ITB untuk mencapai itu, perkembangannya serta hasil evaluasi hingga saat makalah ini dibuat.

Kata kunci: kompetensi, pendidikan, perancangan, sarjana, teknik sipil

1. PENDAHULUAN

Sebagai sebuah ilmu pengetahuan dan teknologi yang sudah berkembang sejak peradaban awal manusia, Teknik Sipil dianggap tidak lagi akan berkembang pesat, sebagaimana dengan ilmu dan teknologi di bidang elektronika dan manufaktur. Namun demikian, sejalan dengan berkembangnya kebutuhan akan kompleksitas pekerjaan konstruksi dan juga untuk mengakomodasi banyak jumlah manusia dengan tingkat kenyamanan yang juga meningkat, maka mau tidak mau bidang Teknik Sipil harus mengembangkan dirinya dengan adopsi ilmu dan teknologi di bidang lain.

Telah lama dicanangkan oleh *American Society of Civil Engineers* (ASCE) visi, peran dan tantangan rekayasawan Teknik Sipil hingga tahun 2025, yang banyak diadopsi untuk mengembangkan kurikulum Teknik Sipil di berbagai perguruan tinggi di berbagai negara. Permasalahan dan tantangan lokal menjadi masukan juga untuk memperkaya substansi dalam pengembangan kurikulum masing-masing perguruan tinggi yang menyediakan program pendidikan Teknik Sipil. Secara umum peran lulusan Teknik Sipil harus memiliki kompetensi sebagai perencana, perancang, pelaksana konstruksi dan bahkan sebagai operator bangunan fisik, dengan menyebutkan kembali istilah *master builder*. Sebuah *roadmap* untuk mencapai itu pun dibuat dengan kebutuhan kompetensinya (ASCE, 2006).

Visi dan kebutuhan kompetensi tersebut kemudian diadopsi oleh badan akreditasi pendidikan tinggi bidang teknik di Amerika Serikat, yaitu *Accreditation Board of Engineering and Technology* (ABET), dengan menggunakan pendekatan *Outcomes Based Education* (OBE) dan mendefinisikan *student's learning outcomes* yang lebih spesifik atau di Indonesia lebih dikenal dengan Capaian Pembelajaran Lulusannya (CPL). Persyaratan atau kriteria untuk memastikan ketercapaian peran dari visi tersebut terkait dengan sebelas CPL (dari butir a hingga k), yang khususnya terkait dengan kemampuan melakukan perancangan pada bidang teknik sipil itu sendiri.

Untuk mengakomodasi kebutuhan ketercapaian kompetensi tersebut, maka telah banyak dikembangkan mata kuliah perancangan yang disebut *capstone design*, yang mana mencoba menggabungkan semua ilmu dan teknik terkait dengan Teknik Sipil dan digabungkan dengan upaya pencapaian CPL lainnya, seperti kemampuan bekerja sama, bekerja dalam berbagai disiplin ilmu, kepemimpinan, etika profesi dll, dalam sebuah simulasi perancangan yang realistis. Telah banyak contoh-contoh pelaksanaan kuliah *capstone design* ini, seperti yang banyak dilakukan di berbagai universitas di Amerika Serikat (Huffman, 2014) dengan hasil yang memuaskan, dan selanjutnya diikuti oleh

berbagai negara, contohnya seperti di Hong Kong (Chan et al., 2017), Kuwait (Al-Tabtabai, 2014), dan Taiwan (Leu, 2016).

2. KURIKULUM BERBASIS KOMPETENSI PERANCANGAN

Sejak tahun 1990an, kurikulum pendidikan berbasis kompetensi atau capaian, OBE, dipercaya merupakan pendekatan yang tepat dibandingkan dengan yang diarahkan hanya berbasiskan proses dan output (Spady, 1994). Penetapan kompetensi atau capaian yang diharapkan harus telah dikaji dengan komprehensif dengan mengikutsertakan banyak pihak yang akan menggunakan lulusan program pendidikan tersebut dan juga pihak yang terkait selama proses pendidikan tersebut. Biasanya keberadaan badan penasihat (*advisory board*) yang berasal dari wakil-wakil pihak tersebut menjadi krusial. Berdasarkan capaian yang terdefinisi tersebutlah maka struktur kurikulum, substansi kurikulum serta sarana dan prasarana pelaksanaan kurikulum dirancang lebih lanjut. Keterlibatan pengajar yang akan melaksanakan kurikulum penting juga dilakukan sejak awal, terutama terkait dengan keterkaitan pencapaian suatu CPL dalam mata kuliah yang akan diajarkan serta indikator ketercapaian (*performance indicator*) terhadap CPL serta bagaimana melakukan penilaiannya (*course assessment*). Pada akhirnya penilaian atas ketercapaian seluruh CPL (*program assessment*) harus dilakukan dan tindakan perbaikan diambil jika diperlukan (*continuous improvement*).

Kurikulum Nasional dan ITB

Berdasarkan pada Undang-undang No. 12 tentang Pendidikan Tinggi, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (Ristekdikti) telah mengeluarkan pedoman pengembangan kurikulum berbasis kompetensi (OBE). Adapun acuan umum tingkat kompetensi telah ditetapkan dalam Perpres No. 8 tahun 2012 tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI). Hal ini lebih lanjut diperkuat dengan munculnya Peraturan Menteri Ristekdikti No. 44 tahun 2015 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi yang menekankan pengembangan kurikulum berbasiskan kompetensi untuk pendidikan tinggi di Indonesia. Acuan operasional berupa panduan telah disediakan untuk dapat diimplementasikan oleh setiap institusi pendidikan tinggi (Ristekdikti, 2016).

Institut Teknologi Bandung (ITB) pada dasarnya telah mencanangkan penggunaan kurikulum berbasis kompetensi ini sejak tahun 2012 untuk perancangan kurikulum 2013-2018 (ITB, 2012). Terdapat kebijakan pengembangan kurikulum yang harus diterapkan di seluruh ITB meliputi penerapan (1) OBE, (2) *learner-centered education* (LCE), (3) *continuous improvement*, dan (4) *international accreditation*. Keempat kebijakan tersebut yang diterapkan dalam kurikulum 2013 merubah secara drastis kurikulum di ITB, termasuk program Teknik Sipil ITB. Tarikan kebijakan ke-4 merupakan tarikan yang effektif hingga sejauh ini untuk membuat kurikulum serta implementasinya di ITB secara umum berubah ke arah yang lebih baik. Hingga saat ini di ITB telah ada 24 program studi yang terakreditasi internasional, dengan 11 diantaranya oleh ABET, termasuk program studi Teknik Sipil.

Dari capaian tersebut, konsekuensi yang terpenting dari akreditasi internasional dengan pendekatan OBE, adalah keharusan memastikan kompetensi perancangan dapat dicapai dengan kurikulum yang direncanakan tersebut. Kebutuhan CPL terkait dengan perancangan sangat menjadi fokus, dan mengharuskan perubahan yang cukup besar, yang berdampak kepada mahasiswa, staf pengajar dan tentunya program secara keseluruhan. Untuk itu, strategi untuk memenuhinya harus dilakukan dengan seksama.

Akreditasi Internasional

Sistem akreditasi internasional di Indonesia menjadi hal yang tidak wajib, namun diperbolehkan selama program tersebut telah mencapai akreditasi nasional yang maksimal. Namun demikian, nampaknya saat ini akreditasi nasional tidak cukup, untuk memastikan lulusannya dapat diserap pasar nasional dan global, sehingga banyak institusi pendidikan tinggi yang mencoba akreditasi internasional. Beberapa sistem akreditasi internasional yang saat ini ada dan banyak diacu adalah ABET (Amerika Serikat) dan JABEE (Jepang) untuk bidang Teknik Sipil. Namun demikian pada tahun 2015 telah didirikan sebuah Lembaga Akreditasi Mandiri (LAM) di Indonesia yang bertaraf internasional atas dukungan Persatuan Insinyur Indonesia (PII) dan Pemerintah (Dirjen Dikti), diberi nama *Indonesia Accreditation Board for Engineering Education* (IABEE), yang akan turut menandatangani *Washington Accord*, yang dengan demikian setaraf dengan ABET dan JABEE.

Jika mengacu kepada kriteria umum dan khusus bidang Teknik Sipil pada ketiga lembaga akreditasi internasional tersebut, maka jelaslah adanya kebutuhan perubahan kurikulum yang memenuhi kedua kriteria tersebut, yaitu kemampuan merancang bagi lulusan Teknik Sipil (Tabel 1). Secara definisi lebih lanjut di dalam dokumen evaluasi akreditasi ABET disebutkan: *"Engineering Design is a process of devising a system, component, or process to meet desired needs and specifications within constraints. It is an iterative, creative, decision making process in which the basic sciences, mathematics, and engineering sciences are applied to convert resources into solutions. Engineering design involves identifying opportunities, developing requirements, performing analysis and synthesis, generating multiple solutions, evaluating solutions against requirements, considering risks, and making trade-offs, for the*

ISBN: 978-602-60286-1-7

purpose of obtaining a high-quality solution under the given circumstances. For illustrative purposes only, examples of possible constraints include accessibility, aesthetics, codes, constructability, cost, ergonomics, extensibility, functionality, interoperability, legal considerations, maintainability, manufacturability, marketability, policy, regulations, schedule, standards, sustainability, or usability." (ABET, 2018)

Lebih lanjut, disampaikan juga bahwa mahasiswa harus: *"Culminating major engineering design experience that 1) incorporates appropriate engineering standards and multiple constraints, and 2) is based on the knowledge and skills acquired in earlier course work."* (ABET, 2018). Berdasarkan definisi tersebut serta kriteria yang ada di Tabel 1, maka terdapat kebutuhan untuk menyediakan apa yang dinamakan sebagai *capstone design course*.

Tabel 1. Perbandingan Kriteria Umum dan Khusus terkait Perancangan pada ABET, JABEE, dan IABEE

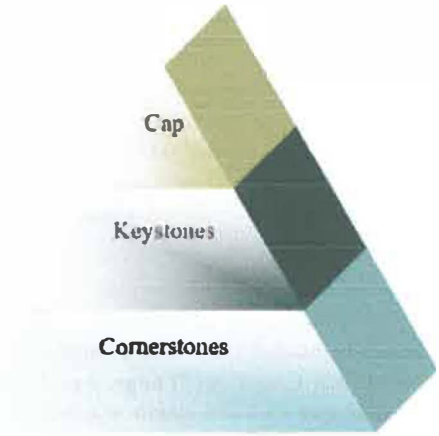
	Kriteria Umum Teknik	**Kriteria Khusus Teknik Sipil**
ABET	Kemampuan menerapkan desain rekayasa untuk menghasilkan solusi yang memenuhi kebutuhan spesifik dengan mempertimbangkan kesehatan, keselamatan, dan kesejahteraan, juga faktor-faktor global, kebudayaan, sosial, lingkungan dan ekonomi.	Menerapkan pengetahuan pada 4 bidang terkait Teknik Sipil: Merancang sistem, komponen, atau proses di lebih dari satu bidang teknik sipil;
JABEE	Kemampuan desain untuk menjawab permintaan dari masyarakat dengan menggunakan berbagai ilmu pengetahuan, teknologi dan informasi.	Setidaknya mencakup 3 dari bidang utama Teknik Sipil: Material dan manajemen konstruksi; rekayasa struktur dan kegempaan dan menajemen pemeliharaan; geoteknik; rekayasa hidrolik; perencanaan teknik sipil dan rekayasa lalulintas dan sistem teknik sipil.
IABEE	Kemampuan mendesain komponen, sistem dan/atau proses untuk memenuhi kebutuhan yang diharapkan di dalam batasan-batasan realistis, misalnya hukum, ekonomi, lingkungan, sosial, politik, kesehatan dan keselamatan, keberlanjutan serta untuk mengenali dan/atau memanfaatkan potensi sumber daya lokal dan nasional dengan wawasan global.	Setidaknya mencakup 3 dari bidang utama Teknik Sipil: rekayasa struktur; manajemen konstruksi; geoteknik; sumber daya air; lingkungan; transportasi.

3. PENDEKATAN KURIKULUM TEKNIK SIPIL ITB

Dalam mengakomodasi kriteria yang ditetapkan oleh ABET terkait dengan kompetensi perancangan, maka Teknik Sipil ITB mengadopsi pendekatan trilogi perkuliahan perancangan sebagaimana telah diterapkan dengan baik di *National Taiwan University* (Leu, 2016). Adapun trilogi kuliah perancangan tersebut secara konsep bertahap dan dinamakan: *cornerstone, keystone* dan *capstone*, (lihat Gambar 1) di mana:

1. ***Cornerstone courses*** bertujuan mengajarkan fondasi kompetensi perancangan tanpa detail pengetahuan kerekayasaan Teknik Sipil. Ini direpresentasikan oleh kuliah PRD I dan PRD II di tingkat 1, Tahap Pertama Bersama (TPB) dan kuliah Gambar Teknik.
2. ***Keystone courses*** merupakan perancangan detail baik komponen, sistem atau proses sebagai dasar pengetahuan ketekniksipilan. Ini direpresentasikan oleh kuliah-kuliah wajib dan pilihan Teknik sipil pada tingkat 2, 3, dan 4. Selain itu, kegiatan kokurikuler maupun ekstra-kurikuler SIBADES oleh mahasiswa melalui kegiatan ekstra kurikuler di himpunan menjadi bagian dari kuliah ini, yang akan diakomodasi dalam bentuk kuliah pilihan.
3. ***Capstone courses*** merupakan kulminasi semua kompetensi perancangan dalam sebuah kasus dengan kendala yang realistis. Ini direpresentasikan oleh kuliah Tugas Akhir yang berupa desain secara terpadu dan berkelompok.

ISBN: 978-602-60286-1-7



Gambar 1. Konsep Trilogi Kuliah Perancangan

4. KULIAH PERANCANGAN CORNERSTONE

Tahapan Pertama Bersama atau TPB merupakan ciri khas pendidikan sarjana di ITB. Meskipun telah banyak mengalami perkembangan, tradisi pendidikan tahun pertama yang sifatnya hampir seragam untuk semua program studi sarjana tetap dipertahankan hingga kini. Bila pada awalnya ide TPB lebih ditekankan pada aspek matrikulasi, seiring dengan perjalanan sejarah pendidikan ITB, program TPB yang diselenggarakan dalam dua semester pertama kini lebih ditekankan pada penanaman konsep-konsep dasar sains, rekayasa dan seni. Pada kurikulum yang diberlakukan sejak tahun 2013, selain kuliah-kuliah dasar seperti matematika, fisika dan kimia serta bahasa, mahasiswa TPB juga diperkenalkan pada dasar-dasar perancangan dan rekayasa. Sebagai perguruan tinggi yang berorientasi pengembangan dan penerapan teknologi, mahasiswa ITB perlu diperkenalkan dengan konsep-konsep dasar kerekayasaan dan prinsip-prinsip dasar perancangan sedini mungkin. Terlepas program studinya, meskipun bukan program studi rekayasa, semua mahasiswa TPB diwajibkan mengikuti kuliah Pengantar Rekayasa dan Desain (PRD). Selain kuliah PRD, mahasiswa program studi Sarjana Teknik Sipil juga diwajibkan mengikut kuliah Gambar Teknik. Kedua kuliah ini dianggap sebagai kuliah landasan atau *cornerstone* bagi kegiatan perancangan. Dengan memperkuat pemahaman terhadap aspek fundamental kerekayasaan dan desain, diharapkan mahasiswa akan mampu mengembangkan dan menerapkannya pada berbagai praktek kerekayasaan dan/atau perancangan di tahap lanjutan pendidikannya.

Rancangan dan Mekanisme

Kuliah Pengantar Rekayasa dan Desain dilaksanakan dalam dua semester, dengan masing-masing berbobot 2 sks. Pada semester pertama penekanannya pada pemantapan konsep (*minds-on*), sementara pada semester kedua kuliah ini ditekankan pada pelatihan kegiatan rekayasa (*hands-on*). Kuliah PRD-1 semester pertama membahas kembali dasar-dasar kerekayasaan yang merupakan pendalaman materi ajar yang telah diberikan pada SMA, khususnya dalam ilmu-ilmu fisika-mekanika dan kimia. Kuliah ini disampaikan dalam bentuk perkuliahan (*lecturing*), yang tidak lagi membahas dasar-dasar keilmuan tetapi lebih ditekankan pada penerapan prinsip-prinsip fisika-mekanika dan kimia dalam berbagai objek rekayasa, seperti rekayasa dan perilaku bahan, rekayasa mekanik, rekayasa listrik, rekayasa kimia dan biologi, energi, dan rekayasa kebumian. Selain aspek-aspek kerekayasaan dasar, dalam paruh pertama kuliah PRD-1 ini mahasiswa juga diberikan konsep dasar dan pemahaman terhadap pentingnya aspek-aspek lain seperti aspek-aspek sosial ekonomi dalam kegiatan kerekayasaan, etika profesi dan profesi rekayasa, serta aspek lingkungan dalam kegiatan kerekayasaan. Pada setiap akhir perkuliahan mahasiswa diberi tugas mandiri yang terkait dengan topik yang dibahas. Dalam paruh kedua kuliah PRD-1 mahasiswa mulai dikenalkan pada konsep perancangan, yang diberikan secara bertahap mulai dari perumusan masalah melalui observasi, perencanaan, pengembangan rancangan rekayasa serta pemilihan alternatif solusi rekayasa. Bahasan tentang topik pengenalan perancangan dan rekayasa ini selain disampaikan dalam bentuk perkuliahan juga dilakukan melalui pengerjaan tugas-tugas perancangan yang dilakukan secara berkelompok. Aspek penting yang dikembangkan melalui kerja kelompok ini adalah kemampuan kerja sama.

Sedikit berbeda dengan apa yang diberikan pada semester pertama, kuliah PRD-2 diberikan dalam bentuk bertahap, yang melibatkan suatu rangkaian proses perancangan rekayasa yang melibatkan langsung kegiatan mahasiswa. Serangkaian tugas perancangan dan rekayasa diberikan sejak awal kuliah dengan menetapkan suatu objek khusus yang akan dirancang dan dibangun oleh kelompok mahasiswa. Agar mahasiswa dapat lebih memahami konteks objek

ISBN: 978-602-60286-1-7

Tabel 2. Kontribusi Setiap Kuliah Perancangan terhadap Kompetensi Perancangan

Kode	Nama Mata Kuliah	W/P	Kompetensi Perancangan*		
			Komponen	Sistem	Proses
SI 2101	Rek. Bahan Konstruksi Sipil	W	●		○
SI 2111	Statika	W	●		
SI 2131	Mekanika Fluida & Hidraulika	W	●		
SI 2141	Pengantar Rek. Transportasi	W	○	◐	
SI 2201	Metoda Numerik	W	●		
SI 2211	Mekanika Bahan	W	●		
SI 2221	Mekanika Tanah I	W	●		○
SI 2231	Rekayasa Hidrologi	W	○	●	
SI 2241	Rekayasa Lalu Lintas	W		●	
SI 3111	Analisis Struktur I	W	○	●	
SI 3112	Struktur Beton	W	●	○	
SI 3121	Mekanika Tanah II	W	●	○	○
SI 3131	Irigasi dan Drainase	W	○	●	
SI 3141	Perancangan Geometrik Jalan	W	●	○	
SI 3151	Manajemen Konstruksi	W		○	◐
SI 3211	Analisis Struktur II	W	○	●	
SI 3212	Struktur Baja	W	●	○	
SI 3213	Dinamika Struktur & R. Gempa	W	○	●	
SI 3221	Rekayasa Pondasi	W	●	○	○
SI 3241	Perancangan Perkerasan Jalan	W	●	○	○
SI 3251	Metode Pelaksanaan Konstruksi	W		○	◐
SI 4098	Kerja Praktik/Magang	W	◎	◎	○
SI 4111	Rekayasa & Perancangan Struktur	W	◐	◐	
SI 4151	Ekonomi Teknik	W		●	
SI 4099	Tugas Akhir	W	◎	◎	○
SI 4201	Sistem Rekayasa	W		●	
SI 4231	Bangunan Air	W	○	●	
SI 4112	Struktur Beton Lanjut	P	◐	◎	○
SI 4113	Struktur Kayu	P	●	○	
SI 4121	Pengantar Dinamika Tanah dan Rek. Gempa	P	●	○	
SI 4131	Pengembangan Sumber daya Air	P		●	○
SI 4132	Rekayasa Pantai dan Rawa	P	○	●	
SI 4141	Rekayasa Prasarana Antar Moda	P		●	
SI 4152	Estimasi Biaya Konstruksi	P	◎	◎	◎
SI 4211	Beton Pra-tegang	P	◐	◎	○
SI 4212	Struktur Baja Lanjut	P	◐	◎	○
SI 4221	Dinding Penahan Tanah dan Stabilitas	P	◐	◎	○
SI 4231	Rekayasa Bangunan Tenaga Air	P	○	●	
SI 4232	Rekayasa Sungai	P	○	●	
SI 4241	Rekayasa Jalan Rel	P	◎	◐	○

* Perkiraan Cakupan Materi:

● : 76 – 100 %; ◐ : 51 – 75 %; ◎ : 26 – 50 %; ○ : 1 – 25 %

ISBN: 978-602-60286-1-7

6. KULIAH PERANCANGAN CAPSTONE

Kuliah Tugas Akhir (TA) dirancang sebagai puncak *capstone* dari perkuliahan perancangan di Teknik Sipil ITB, yang saat ini lebih menitikberatkan pada topik-topik perancangan bangunan teknik sipil dibandingkan dengan topik-topik TA sebelumnya yang lebih fokus pada riset atau penelitian. Tujuannya diharapkan mahasiswa dapat meningkatkan kemampuan merancang bangunan teknik sipil dan memenuhi aspek-aspek rekayasa antar-sub-bidang teknik sipil. TA ini atau dikenal juga sebagai TA Desain melingkupi perancangan suatu sistem, komponen, dan proses yang juga mencerminkan akumulasi dari pembelajaran yang telah diperoleh oleh mahasiswa dari kuliah-kuliah di Program Sarjana Teknik Sipil ITB.

Rancangan Tugas Akhir Desain

Topik TA berbasis desain diharapkan dapat mencakup semua sub-bidang teknik sipil yaitu rekayasa struktur, geoteknik, transportasi, manajemen konstruksi dan sumber daya air atau minimal melibatkan sedikitnya tiga sub-bidang teknik sipil pada suatu proyek Teknik Sipil. Mata kuliah TA ini dirancang dengan motivasi agar mahasiswa memahami dan mampu melakukan perancangan suatu proyek Teknik Sipil yang mencakup semua atau sebagian besar sub-bidang yang ada di teknik sipil. Siklus hidup infrastruktur umumnya melalui fase-fase studi kelayakan, perencanaan, perancangan, konstruksi, operasi, monitoring, dan pemeliharaan. Aspek-aspek teknis desain dari setiap fase proyek ini pada dasarnya telah diajarkan dalam mata kuliah perancangan *keystone* di program Sarjana Teknik Sipil ITB. Umumnya lulusan teknik sipil bekerja hanya pada satu atau dua fase di atas. Namun, alangkah lebih baiknya jika semua lulusan saat ini memiliki pandangan yang luas dan menyeluruh pada semua fase siklus hidup sehingga keputusan yang dibuat pada setiap fase dibuat secara holistik. Walaupun mata kuliah TA ini hanya mencakup fase perancangan, namun dalam prosesnya diharapkan tetap memperhatikan keseluruhan fase siklus suatu proyek sehingga hasil rancangannya merupakan hasil pemahaman yang holistik dan komprehensif.

Selain itu, TA Desain ini dirancang untuk dikerjakan dalam satu kelompok tidak secara individu. Hal ini sesuai dengan kenyataan dan kebutuhan di lapangan bahwa proyek bangunan teknik sipil selalu melibatkan berbagai pihak dan berbagai bidang ilmu atau multi-disiplin. Sehingga dengan dilaksanakan secara berkelompok maka mahasiswa dapat membangun kerjasama yang efektif antar masing-masing anggota kelompok dan bertanggung jawab atas tugas yang diberikan dalam kelompok untuk menyelesaikan satu proyek desain dengan target waktu tertentu.

Outcomes yang diharapkan dari kegiatan kuliah TA berbasis desain ini adalah mahasiswa dapat memperlihatkan (1) kemampuan dalam merancang sebuah sistem, komponen atau proses yang memenuhi kebutuhan serta dalam kondisi multi kendala yang realistis dalam bidang Teknik Sipil, (2) kemampuan mengidentifikasi, memformulasi, dan menyelesaikan permasalahan kerekayasaan Teknik Sipil, (3) kemampuan menggunakan Teknik, Keahlian, dan perangkat modern yang dibutuhkan dalam praktek profesi Teknik sipil, (4) kemampuan untuk bekerja secara efektif dalam sebuah tim kerja, (5) memperlihatkan pengertian kepada profesionalisme dan tanggung jawab etik, (6) memperlihatkan kemampuan berkomunikasi dengan efektif. Hal ini sejalan dengan *outcomes* yang harus dicapai yang ditetapkan oleh salah satu badan akreditasi internasional, ABET (2010).

Mekanisme Tugas Akhir

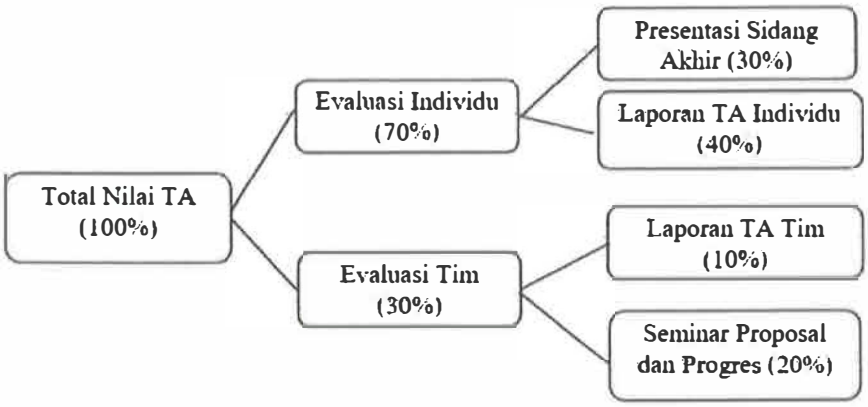
Dalam melaksanakan TA Desain, mahasiswa bekerja dalam satu kelompok atau tim yang berperan sebagai konsultan perancang untuk merancang satu bangunan teknik sipil misalnya bangunan gedung, jembatan, bandara pelabuhan dan lain sebagainya. Setiap kelompok TA terdiri dari 3-5 orang mahasiswa dan setiap kelompoknya akan dibimbing oleh satu *team teaching* yang terdiri dari 3-5 orang dosen pembimbing dari beberapa Kelompok Keahlian (KK) atau sub-bidang teknik sipil yang disesuaikan dengan ruang lingkup proyek TA yang dikerjakan. Topik TA Desain diambil dari proyek-proyek desain terdahulu atau yang akan datang yang sudah dipilih dan diseleksi oleh Koordinator TA. Topik-topik TA dapat diperoleh dari usulan dosen Teknik Sipil atau dari pihak-pihak lain yang telah bekerjasama seperti Program Studi Arsitektur, pihak industri, ataupun dari dosen pembimbing.

Dalam kegiatan kuliah TA, mahasiswa diharuskan melakukan bimbingan secara rutin dan terjadwal dengan *team teaching*-nya secara individu dan kelompok. Dalam kegiatannya mahasiswa difasilitasi dengan studio sebagai tempat melakukan diskusi dan kerja kelompok TA. Bimbingan dapat juga dilakukan di studio tersebut. Setiap mahasiswa diwajibkan untuk menyampaikan kemajuan pekerjaannya secara berkelompok dalam bentuk laporan dan presentasi sebanyak tiga kali selama pengerjaan TA, yang terdiri dari seminar proposal, seminar progres, dan sidang akhir. Laporan TA itu sendiri terdiri dari laporan individu dan laporan kelompok berupa *executive summary* dari rancangan yang dihasilkan.

Evaluasi setiap mahasiswa akan didasarkan pada dua kriteria: evaluasi individu dan evaluasi tim secara keseluruhan. Setiap siswa akan dievaluasi secara individual berdasarkan laporan individu dengan bobot 40% dari total nilai akhir dan presentasi lisan dalam sidang akhir dengan bobot 30% dari total nilai akhir. Sisa 30% dari total nilai akhir

ISBN: 978-602-60286-1-7

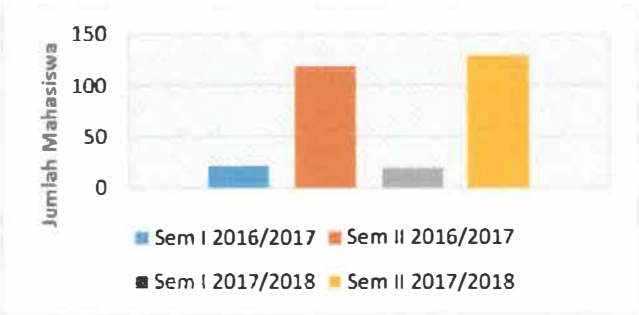
disediakan untuk evaluasi tim, 10% dari total nilai akhir dikhususkan untuk laporan tim tertulis, dan 20% dikhususkan untuk evaluasi tim dalam seminar proposal dan progres. Gambar 2 menunjukkan distribusi nilai TA Desain.



Gambar 2. Distribusi Nilai Kuliah Tugas Akhir Desain

Pelaksanaan Tugas Akhir

Pada tahap awal pelaksanaan TA Desain yang dimulai pada semester I tahun 2017, tidak semua mahasiswa program sarjana yang mengambil kuliah TA namun dipilih 21 mahasiswa yang melaksanakan TA Desain sebagai *piloting*. Dari hasil *piloting* ini sebagian besar mahasiswa lulus tepat waktu dan dengan nilai yang memuaskan. Kemudian pada tahap-tahap selanjutnya semua mahasiswa tingkat akhir dilibatkan untuk mengambil TA Desain. Gambar 3 memperlihatkan jumlah mahasiswa yang mengambil TA Desain di program sarjana Teknik Sipil ITB.



Gambar 3. Jumlah Mahasiswa TA Desain

Selama dua tahun pelaksanaan TA Desain ini banyak pembelajaran yang diperoleh khususnya dalam hal mekanisme pelaksanaan TA misalnya pada tahap awal untuk satu proyek TA ditetapkan untuk dikerjakan oleh 5 mahasiswa sesuai dengan semua sub-bidang teknik sipil, namun hal ini menjadikan ketidakseimbangan bobot tugas mahasiswa dalam tim karena setiap proyek umumnya memiliki bobot untuk masing-masing sub-bidang yang berbeda. Pada pelaksanaan berikutnya jumlah mahasiswa dalam tim disesuaikan dengan jenis proyeknya. Pembelajaran lainnya, pada tahap awal topik bersumber dari dosen namun jumlah mahasiswa yang cukup banyak sehingga kebutuhan topik TA Desain meningkat maka dilakukan kerjasama dengan Program Studi Arsitektur dimana TA akhir yang berupa rancangan arsitektur dijadikan topik dan data awal untuk TA Desain di Program Studi Teknik Sipil. Selain dari itu, dijalin kerjasama dengan pihak industri misalnya dengan perusahaan konsultan teknik sipil yang bersedia menyediakan topik dan data-data awal atau lapangan yang dibutuhkan dalam perancangan bangunan Sipil.

Capaian dan Peningkatan Tugas Akhir

Pelaksanaan TA Desain sejauh ini menunjukkan adanya peningkatan kemampuan mahasiswa dalam perancangan, mahasiswa lebih mengenal batasan-batasan yang muncul akibat kondisi lapangan yang ada dan mencoba mencari alternatif solusi dengan kemampuan analitis untuk menyelesaikan kendala tersebut. Selain itu, dari sisi ketepatan waktu kelulusan menunjukkan peningkatan. Namun, dari sisi *outcomes* lulusan sampai saat ini belum dilakukan survei kepada *user* atau pihak industri selaku pengguna lulusan teknik sipil dikarenakan program ini yang masih baru dan belum banyak lulusannya.

ISBN: 978-602-60286-1-7

Dari sisi pelaksanaan TA Desain masih perlu ditingkatkan diantaranya perlu diberikan pembekalan yang cukup sebelum melaksanakan TA Desain misalnya berupa pembekalan pemahaman konsep dan tahapan perancangan, kompetensi penggunaan *software*, kemampuan penggambaran detail dan kemampuan presentasi dan *skill* komunikasi serta etika desain. Oleh karena itu, ke depan akan diberikan kelas khusus pra-TA, tidak hanya dalam bentuk sosialisasi dan *briefing* pelaksanaan TA Desain. Standar pelaporan TA Desain saat ini masih belum terstandar dengan baik atau perlu dibakukan untuk menjaga kualitas TA Desain dengan *outcome* yang lebih terukur. Proses penilaian TA Desain saat ini masih bersifat *paper-based* sehingga dengan dengan jumlah aspek penilaian yang lebih banyak dari sebelumnya hal ini cukup menyulitkan bagi dosen. Selanjutnya akan dibangun sistem penilaian berbasis *online* atau *web-based*. Hal lainnya adalah dari sisi penjadwalan pelaksanaan TA khususnya pelaksaan seminar dan sidang yang cukup sulit menentukan waktu yang sama agar dapat menghadirkan semua dosen dalam team teaching. Untuk selanjutnya akan ditetapkan sejak awal waktu khusus seminar dan sidang yang tetap misalnya dalam jangka waktu seminggu sehingga masing-masing dosen dapat menyesuaikan waktunya.

7. PENUTUP

Makalah ini menyampaikan upaya yang telah, tengah dan akan dilakukan oleh Program Studi Teknik Sipil ITB dalam memenuhi ketercapaian *Outcome-based Education* dan *Continuous Improvement* pendidikan teknik sipil, terlebih pada kompetensi perancangan Teknik Sipil yang sangat dibutuhkan pada saat pembangunan infrastuktur di negera Indonesia tengah gencarnya dilakukan dan juga untuk memenuhi kriteria akreditasi internasional ABET.

Tantangan ke depan, kurikulum ini akan terus dikembangkan terkait dengan kebutuhan akan adanya perubahan di luar bidang teknik sipil maupun pendukung kerekayasaan teknik sipil sendiri seperti berkembangnya teknologi terkait dengan Industry 4.0, seperti teknologi *Big Data*, *Internet of Things*, *Artificial Intelligence*, *Sustainability* dan juga *Building Information Modelling* (BIM).

DAFTAR PUSTAKA

ABET, (2010). *Criteria for Accrediting Engineering Programs Effective Evaluations During the 2010-2011 Accreditation Cycle*. Baltimore, MD.

ABET, (2018). *Accreditation Changes*. http://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/accreditation-alerts/. Diakses tanggal 28 Mei 2018.

Al-Tabtabai, H.M., (2014). *Building Capstone Design Course on Construction Management within Civil Engineering*. International conference on Intelligent Systems, Data Mining and Information Technology (ICIDIT'2014), April 21-22, 2014 Bangkok, Thailand.

ASCE, (2006). *The Vision of Civil Engineering in 2025*. The Summit on the Future of Civil Engineering—2025, June 21–22, 2006. ASCE. http://www.asce.org/Vision2025/. Diakses tanggal 28 Mei 2018.

Chan, C.K.Y., Wong, G.C.K., Law, A.K.H., Zhang, T., and Au, F.T.K., (2017). *Evidence-based conclusions concerning practice, curriculum design and curriculum reform in a civil engineering capstone design course in Hong Kong*. Journal Innovations in Education and Teaching International, Volume 54, 2017 - Issue 3, Pages 260-274.

Huffman, J.F., (2014). *A Real World Design Project in a One Semester Civil Engineering Capstone Design Course*. 121st ASEE Annual Conference and Exposition, ASEE. https://www.asee.org/file_server/papers/attachment/file/0004/4133/A_real_world_design_project_in_a_one_semester_CE_capstone_design_course.pdf. Diakses tanggal 28 Mei 2018.

IABEE, (2015). Kriteria Umum Internasional IABEE. https://iabee.or.id/wp-content/uploads/2018/05/Common-Criteria-Indonesian-20150813.pdf. Diakses tanggal 28 Mei 2018.

ITB, (2012). Keputusan Senat Akademik ITB No. 11/SK/I1-SA/OT/2012 Tentang Pedoman Kurikulum 2013-2018 Institut Teknologi Bandung.

JABEE, (2015). JABEE Criteria Guide. https://jabee.org/doc/6436.pdf. Diakses 28 Mei 2018.

Leu, L.J., (2016). *Educating the Future Civil Engineers for a Sustainable World: an Integration of keystone, cornerstone and capstone courses on Engineering Design at National Taiwan University*, CECAR 7 Proceedings, August 30-Spetember 2, 2016, Hawaii, USA.

Ristekdikti, (2016). Panduan Penyusunan Kurikulum Pendidikan Tinggi 2016. Kemeterian Riset dan Pendidikan Tinggi.

Spady, W.G., (1994). *Outcome-based Education: Critical Issues and Answers*. Arlington. American Association of School Administrators.