

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

M2-008 Rekonstruksi Matakuliah Perancangan Teknik di Jurusan Teknik Mesin, Universitas Andalas

Adjar Pratoto

Jurusan Teknik Mesin
Universitas Andalas

Kampus Limau Manis, Padang 25163, Indonesia

Phone: +62-751-72586, FAX: +62-751-72566, E-mail: adjar.pratoto@ft.unand.ac.id

ABSTRAK

Di Jurusan Teknik Mesin, Universitas Andalas matakuliah Perancangan Teknik dikembangkan dari matakuliah Perancangan Elemen Mesin. Pengembangan kurikulum yang dilaksanakan tidak hanya meliputi elemen-elemen kajian tetapi juga kompetensi (learning outcome) yang diharapkan. Pengembangan kompetensi, pada gilirannya, memerlukan pengembangan metode penyampaian (delivery method) atau strategi pembelajaran dan penilaiannya. Dalam rekonstruksi matakuliah ini, elemen softskill yang meliputi team work, work habit, dan communication skill ditambahkan ke dalam kompetensi matakuliah. Hubungan antara kompetensi dan metode penyampaian dituangkan ke dalam matriks artikulasi. Dari pengamatan dan umpan balik diketahui bahwa hambatan yang umumnya dialami oleh mahasiswa adalah pengembangan kerangka berpikir dari scientific method ke design method dan pengembangan softskill.

Kata kunci: Pengembangan kurikulum, Rekonstruksi, Perancangan Teknik

1. Pendahuluan

Perancangan merupakan salah satu kegiatan manusia yang telah melekat dalam kegiatan sehari-hari sejak dahulu kala, baik untuk memenuhi kebutuhan sendiri secara langsung maupun taklangsung. Keinginan untuk meningkatkan kualitas hidup membuat manusia selalu berkreasi dan berinovasi, mulai dari perancangan alat-alat bantu sederhana sampai dengan alat-alat modern yang membutuhkan integrasi berbagai pengetahuan.

Pada hakekatnya, semua orang dapat merancang. Namun demikian, insinyur perancang (design engineer) akan menerapkan kaidah-kaidah ilmiah, pengetahuan-pengatahuan yang terkait serta menggunakan perangkat-perangkat bantu keteknikan dalam kegiatan perancangan. Kebutuhan akan ketrampilan dalam perancangan teknik semakin lama semakin meningkat. Ketrampilan perancangan merupakan salah satu kompetensi yang semakin dibutuhkan dalam industri [1]. Pakar-pakar pendidikan tinggi teknik, komunitas-komunitas profesi dan pendidikan tinggi juga menyarankan untuk memasukkan komponen perancangan dalam kurikulum pendidikan tinggi teknik [2,3]. Beberapa institusi pendidikan tinggi internasional juga melakukan reformasi kurikulum dengan elemen perancangan sebagai salah satu pilarnya [4].

Dibandingkan dengan matakuliah analitik, matakuliah perancangan memiliki pendekatan yang berbeda. Matakuliah analitik umumnya mengacu pada pendekatan ilmiah dengan ciri 'one problem, one solution'. Sedangkan, pendekatan perancangan dicirikan dengan 'one problem, many solutions or no solution'.

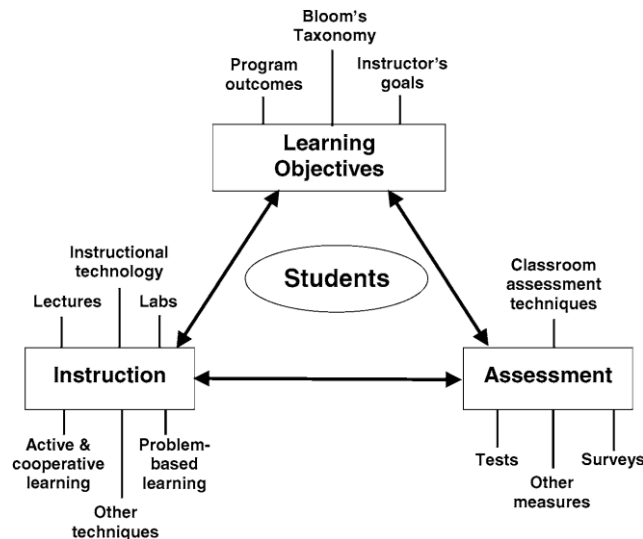
Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Andalas juga telah memasukkan matakuliah perancangan dalam kurikulumnya sejak dari awal pembukaan Jurusan pada tahun 1985. Namun demikian, kompetensi dari matakuliah perancangan tersebut belum dijabarkan secara eksplisit. Dalam konteks kurikulum berbasis kompetensi, dipandang perlu untuk melakukan rekonstruksi matakuliah perancangan.

2. Rekonstruksi Matakuliah

Rekonstruksi matakuliah Perancangan Teknik dilakukan dalam upaya untuk implementasi kurikulum yang berbasis pada kompetensi. Bilamana pada kurikulum lama, kompetensi belum dinyatakan secara eksplisit, maka melalui rekonstruksi ini, kompetensi matakuliah dinyatakan secara eksplisit. Kompetensi pada kurikulum lama tidak dinyatakan secara eksplisit karena kurikulum tersebut tidak dibangun berdasarkan pada kompetensi, melainkan pada keilmuan. Matakuliah yang direkonstruksi juga memuat kompetensi softskill. Mengingat bahwa pada rekonstruksi ini terjadi perubahan kompetensi, maka strategi pembelajaran beserta evaluasinya juga berubah. Hubungan antara kompetensi atau tujuan pembelajaran, strategi pembelajaran, dan penilaian diperlihatkan secara skematik pada Gb.1 [5].



Gambar 1 Elemen-elemen pembelajaran

Tabel 1 Elemen-elemen Rekonstruksi

	Rekonstruksi	
	Sebelum	Sesudah
<i>Kompetensi</i>	Tidak dinyatakan secara eksplisit	- Dinyatakan secara eksplisit - memuat elemen softskill
<i>Bahan kajian</i>	Perancangan parametrik	Proses pengembangan

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

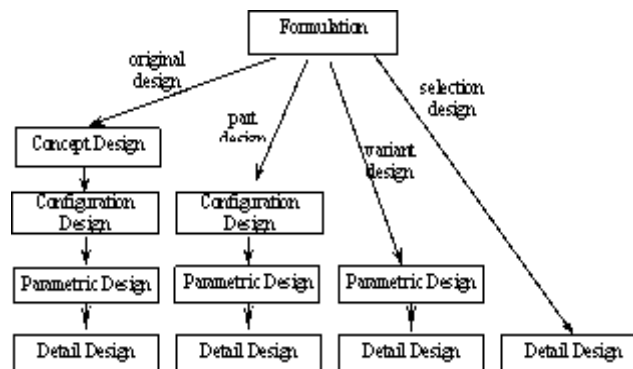
		produk
<i>Strategi pembelajaran</i>	- Kerja mandiri	- Tatap muka singkat - Belajar aktif - Kerja kelompok - Presentasi - Praktik
<i>Evaluasi</i>	- Laporan	- Kuis - Laporan - Ujian tulis - Evaluasi sejawat - Evaluasi diri - Pengamatan

Dengan demikian, bilamana di dalam rekonstruksi terjadi perubahan kompetensi atau hasil pembelajaran yang diharapkan, maka strategi pembelajaran (instruction) dan evaluasi serta penilaian (assessment) perlu disesuaikan. Untuk rancangan pedagogik, bahan kajian matakuliah perancangan sebelum rekonstruksi terbatas pada perancangan variant dengan penekanan pada perancangan parametrik. Sebagaimana sifat perancangan teknik, rancangan pembelajaran matakuliah perancangan juga sangat bervariasi. Beberapa institusi memulai dengan manufakturing (MIT) dan institusi lainnya memulai dengan reverse engineering dan redesign kemudian dilanjutkan dengan pengembangan konsep perancangan asli (University of Texas at Austin) [6]. Pada Tabel 1 diperlihatkan ikhtisar perubahan kurikulum matakuliah Perancangan. Dalam rekonstruksi ini, perancangan teknik dipandang sebagai bagian dalam proses pengembangan produk.

Pada Kurikulum Jurusan Teknik Mesin, Universitas Andalas Tahun 1996 (selanjutnya disebut Kurikulum 1996), matakuliah perancangan dituangkan dalam matakuliah “Tugas Perancangan Elemen Mesin I” dan “Tugas Perancangan Elemen Mesin II” dengan beban masing-masing sebesar 2 satuan kredit semester (sks) dan disampaikan dalam dua semester yang berurutan. Matakuliah ini telah dijadikan kurikulum sejak awal pendirian Jurusan pada Tahun 1985 dan tidak mengalami perubahan pada Kurikulum 1996. Kompetensi matakuliah perancangan tersebut belum dinyatakan secara eksplisit dalam Kurikulum 1996. Ditinjau dari kompetensi, matakuliah ini lebih banyak ditekankan pada perancangan variant (*variant design*) dengan obyek elemen-elemen mesin, seperti kopling, poros, dan sebagainya.

Dalam perancangan variant terdapat tiga tahap perancangan, yaitu perumusan masalah, perancangan parametrik, dan perancangan detil. Pada Gb.2 diperlihatkan jenis-jenis perancangan

menurut Eggert [7]. Dalam perancangan parametrik di dalam matakuliah Tugas Perancangan Elemen Mesin I & II, metode yang digunakan adalah metode Niemann [8,9].



Gambar 2 Jenis-jenis perancangan dan tahapannya

Dalam proses pembelajaran tidak dilakukan tatap muka perkuliahan. Mahasiswa mendapatkan tugas mandiri dan di dalam pelaksanaannya, mahasiswa dibimbing oleh seorang dosen. Untuk bahan evaluasi, mahasiswa diminta untuk menyerahkan laporan pelaksanaan perancangan.

Dalam industri modern, perancangan melibatkan berbagai aspek, baik aspek teknis maupun aspek non-teknis, seperti kerjasama tim. Lingkup perancangan juga sangat bervariasi, tidak hanya perancangan variant, tetapi juga jenis-jenis perancangan yang lain.

3. Kompetensi

Kompetensi matakuliah perancangan disusun berdasarkan pada rumusan kompetensi yang diharapkan oleh pemangku kepentingan dan/atau lembaga akreditasi. Dengan mengacu pada lembaga akreditasi ABET (*American Board for Engineering and Technology*, sekarang bernama ABET, Inc.) dan IEAust (*Institution of Engineers, Australia*) kompetensi yang diharapkan untuk pendidikan tinggi keteknikan di Indonesia adalah [9]:

- a) an ability to apply knowledge of basic mathematics, basic science, and engineering fundamentals;
- b) an ability to design and conduct experiments, as well as to analyze and interpret data;
- c) an ability to design a system, component, or process to meet desired needs;
- d) an ability to function effectively not only as an individual, but also in multi-disciplinary and multi-cultural teams, with the capacity to be a leader or manager as well as an effective team member;
- e) an ability to identify, formulate, and solve engineering problems;
- f) an understanding of and a commitment to professional and ethical responsibility;
- g) an ability to communicate effectively, not only with engineers, but also with the community at large;
- h) fluency, written and spoken, in the English language;
- i) an understanding of the social, cultural, global, environmental and business responsibilities, of the Professional Engineer and the need for and principles of sustainable development;
- j) an understanding of entrepreneurship and the process of innovation;
- k) a knowledge of contemporary issues;
- l) a recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning;
- m) an ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice;
- n) in-depth technical competence in at least one specific engineering discipline.

Di samping ke empat belas atribut di atas, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi menambahkan kompetensi “kemampuan untuk taqwa dan iman kepada Tuhan Yang Maha Esa serta mengaktualisasikan perikemanusiaan dan kebangsaan” [10]. Dengan mengacu kepada kompetensi tersebut, pada matakuliah Perancangan, kompetensi yang diinginkan adalah:

- a) kemampuan menerapkan pengetahuan dasar matematika, sains, dan keteknikan;
- b) kemampuan untuk merancang suatu sistem, komponen atau proses untuk memenuhi suatu kebutuhan;
- c) kemampuan untuk mengidentifikasi, memformulasi, dan menyelesaikan masalah-masalah teknik;
- d) pemahaman tentang tanggung jawab profesional dan etika;
- e) kemampuan untuk bekerjasama dalam tim; dan
- f) kemampuan untuk berkomunikasi secara efektif.

Selain itu, ditambahkan juga kompetensi berikut:

- g) kemampuan mengambil keputusan;
- h) kemampuan mengkritisi;
- i) kemampuan mengembangkan kreatifitas

Kemampuan dalam pengambilan keputusan diperlukan sebagai bagian dari hasil pembelajaran mengingat bahwa sebagaimana dinyatakan dalam bagian terdahulu solusi dalam perancangan umumnya bersifat terbuka, yaitu lebih dari satu solusi yang mungkin. Penentuan solusi yang optimal merupakan salah satu jenis dari pengambilan keputusan. Sedangkan, kemampuan mengkritisi diperlukan dalam konteks evaluasi hasil rancangan; bukan hanya hasil rancangan sendiri, tetapi juga hasil rancangan dari kompetitor.

Dalam matakuliah yang direkonstruksi, diharapkan mahasiswa dapat mengembangkan kreatifitas. Ada dua mahdzab yang berbeda tentang kreatifitas. Yang pertama menyatakan bahwa kreatifitas tidak dapat diajarkan karena sudah merupakan pembawaan lahir. Sedangkan, mahdzab kedua menyatakan bahwa kreatifitas dapat dibentuk atau paling tidak distimulasikan. Bannerot [12] menyarankan untuk menyertakan kreatifitas dalam kompetensi matakuliah Perancangan Teknik. Dalam rekonstruksi ini, kreatifitas dimasukkan sebagai salah satu elemen kompetensi.

4. Strategi Pembelajaran

Setelah kompetensi ditetapkan, langkah berikutnya dalam perancangan kurikulum adalah perencanaan strategi pembelajaran (*delivery*). Dalam matakuliah Perancangan Teknik yang direkonstruksi ini, strategi pembelajaran yang digunakan meliputi kuliah singkat, belajar aktif, tugas kelompok, presentasi, dan praktik. Pada kuliah singkat, dosen memberikan penjelasan secara singkat tentang suatu topik. Setelah penjelasan singkat ini, mahasiswa diharapkan dapat mengembangkan sendiri secara aktif. Pada belajar aktif, mahasiswa dibagi dalam kelompok-kelompok. Tiap kelompok diminta untuk membahas suatu topik yang sama dan kemudian salah satu kelompok diminta untuk melakukan presentasi. Untuk strategi pembelajaran ini, tingkat kompetensi yang diharapkan adalah pengetahuan atau pemahaman dalam taksonomi Bloom. Untuk tingkat kompetensi penerapan, analisis, sintesis, atau evaluasi, mahasiswa diberi tugas dalam kelompok-kelompok. Setelah menyelesaikan tugasnya, masing-masing kelompok melaksanakan presentasi. Sedangkan, praktik diberikan untuk reverse engineering atau dissection. Pada Gb.3 diberikan matriks artikulasi dari kompetensi dan strategi pembelajaran tersebut.

	Kegiatan	Kuliah singkat	Belajar aktif	Tugas kelompok	Presentasi	Praktik
Kompetensi						
1. Proses perancangan						
1.1 Identifikasi masalah		C1	C2	C6	C2	
1.2 Pemecahan masalah		C1	C2			
1.3 Penerapan kaidah keteknikan		C1	C2			C2
1.4 Pengambilan keputusan		C1	C2			
1.5 Kemampuan mengkritisi		C1			C2	C1
2. Kerjasama Tim						
2.1 Kepemimpinan		C1		C3	C1	
2.2 Norma kerjasama		C1		C3		
2.3 Efektifitas		C1		C3		
3. Ketrampilan komunikasi						
3.1 Komunikasi lisan		C1			C3	
3.2 Komunikasi tulisan		C1			C3	
4. Kreatifitas						
4.1 Penyampaian alternatif solusi				C3		

Gambar 3 Matriks artikulasi

5. Penilaian

Penilaian adalah suatu proses untuk mengambil keputusan dengan menggunakan informasi yang diperoleh melalui pengukuran hasil belajar baik yang menggunakan instrumen tes maupun non-tes [13]. Penilaian merupakan salah satu elemen dalam suatu proses pembelajaran. Penilaian digunakan dalam menentukan tingkat pencapaian kompetensi. Pada hakekatnya evaluasi yang digunakan meliputi tiga jenis, yaitu *teacher-based assessment*, *peer assessment*, dan *self-assessment*.

Strategi yang ditempuh untuk evaluasi meliputi: kuis, ujian tulis, laporan, presentasi, dan pengamatan. Kuis digunakan untuk menera pengetahuan dan pemahaman. Ujian tulis pada hakekatnya sebagai cross-check untuk self-assessment dan menera kontribusi individu dalam tim. Laporan dan presentasi, disamping untuk evaluasi pengetahuan dan pemahaman, juga digunakan untuk evaluasi kemampuan komunikasi. Sedangkan, evaluasi atas dinamika tim dilakukan melalui pengamatan. Pada Gb.4 diperlihatkan matriks kompetensi-strategi evaluasi.

Kompetensi	Evaluasi	Kuis	Ujian tulis	Laporan	Presentasi	Pengamatan
1. Proses perancangan						
1.1 Identifikasi masalah				√		
1.2 Pemecahan masalah				√		
1.3 Penerapan kaidah keteknikan		√	√			
1.4 Pengambilan keputusan			√			
1.5 Kemampuan mengkritisi		√				
2. Kerjasama Tim						
2.1 Kepemimpinan			√			√
2.2 Norma kerjasama			√			√
2.3 Efektifitas						√
3. Ketrampilan komunikasi						
3.1 Komunikasi lisan					√	
3.2 Komunikasi tulisan				√		
4. Kreatifitas						
4.1 Penyampaian alternatif solusi				√		

Gambar 4 Strategi evaluasi

Dari beberapa periode pelaksanaan evaluasi proses pembelajaran diperoleh temuan (*lesson learned*) bahwa hambatan utama yang dihadapi oleh mahasiswa adalah dalam pencapaian kompetensi softskill, terutama dalam hal *work habit* dalam tim. Hambatan lain adalah pencapaian kompetensi kreatifitas. Hal ini disebabkan oleh pendekatan desain yang masih belum biasa bagi mahasiswa. Mahasiswa umumnya lebih terbiasa dengan pendekatan analitik atau ilmiah. Strategi pembelajaran masih perlu dikembangkan lebih lanjut untuk mengatasi hambatan-hambatan mahasiswa dalam pencapaian kompetensi. Rancangan evaluasi juga masih perlu dikembangkan sesuai dengan pengembangan strategi pembelajaran yang bersangkutan.

6. Penutup

Rekonstruksi matakuliah perancangan teknik telah dilakukan dalam upaya untuk mencapai kurikulum yang berbasis pada kompetensi. Rekonstruksi diawali dengan merevisi kompetensi, kemudian merumuskan strategi pembelajaran, dan berikutnya perancangan strategi evaluasi. Strategi pembelajaran dan rancangan evaluasi masih perlu untuk terus dikembangkan agar proses pembelajaran dapat dilaksanakan secara efisien dan efektif dalam rangka pencapaian kompetensi.

Rujukan

- [1]. Nguyen, D.Q., The essential skills and attributes of an engineer: A comparative study of academics, industry personnel and engineering students, *Global J. of Engineering Education* 2 (1998), 65-75
- [2] Shuman, L.J., Atman, C.J., Eschenbach, E.a., Evans, D., Felder, R.M. Imbrie, P.K., McGourty, J., Miller, R.L., Richards, L.G., Smith, K.A., Soulsby, E.P., Waller, A.A., Yokomoto, C.F., The future of engineering education, *32nd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, Boston, Massachusetts November 6-9, 2002
- [3] *2009-2010 Criteria for Accrediting Engineering Programs*, Engineering Accreditation Commission, ABET, Inc., Baltimore, Maryland, 2008

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

- [4] Brodeur, D.R., Crawley, E.F., Ingemarsson, I., Malmqvist, J., Östlund, S., International collaboration in the reform of engineering education, *Proceedings of the 2002 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, Montreal, Canada, June 2002
- [5] Felder, R.M., Brent, R., Designing and teaching courses to satisfy the ABET Engineering Criteria, *J. Engineering Education* 92 (2003), 7-25
- [6] Otto, K.N., Wood, K.L., Designing the design course sequence, Massachusetts Institute of Technology
- [7] Eggert, R.J., *Engineering Design*, Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, 2005
- [8] Niemann, G., *Machine Elements*, Vol.1, Springer-Verlag, Berlin, 1978
- [9] Niemann, G., *Machine Elements*, Vol.2, Springer-Verlag, Berlin, 1978
- [10] Jones, M.J. (Ed.), *Curriculum Development SI Engineering Programs in Indonesia*, Engineering Education Development Project, ADB Loan No. 1432-INO, Directorate General of Higher Education, Jakarta, 2000
- [11] *Kurikulum Berbasis Kompetensi Bidang-bidang Ilmu (Ilmu-ilmu Dasar, Pertanian, Kesehatan, Sosial, Teknik)*, Direktorat Pembinaan Akademik dan Kemahasiswaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta, 2005
- [12] Bannerot, R.B., It may be engineering design, but is it design?, *Proceedings of the 2003ASEE Gulf-Southwest Annual Conference*, Arlington, Texas, March 19-21, 2003
- [13] Zainul, A., & Nasution, N., *Penilaian Hasil Belajar*, PAU-PPAI, Universitas Terbuka, Jakarta, 2001