

Aplikasi Model Eksplanatoris untuk Meningkatkan Pemahaman Mahasiswa Pendidikan Teknik Sipil pada Mata Kuliah Teknik Penyehatan¹

Oleh :

Nanang Dalil Herman², Rina Marina Masri³, Budi Kudwadi⁴

ABSTRAK

Mata kuliah Teknik Penyehatan bagi mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Sipil merupakan mata kuliah yang wajib diikuti dan merupakan dasar pengetahuan untuk beberapa mata kuliah lain di semester-semester selanjutnya. Karakteristik pembelajaran Teknik Penyehatan mengakomodasi tiga domain pembelajaran, yaitu : kognitif, afektif dan psikomotor. Walaupun komponen-komponen pembelajaran Teknik Penyehatan di Jurusan Pendidikan Teknik Sipil telah didukung oleh prasarana dan sarana pembelajaran yang memadai tetapi prestasi belajar mahasiswa jurusan pendidikan teknik sipil pada mata kuliah Teknik Penyehatan masih rendah. Pengembangan produk pembelajaran dalam bentuk model eksplanatoris diusulkan untuk menjelaskan materi pembelajaran Teknik Penyehatan sehingga tingkat pemahaman mahasiswa semakin baik. Tujuan utama penelitian berdasarkan rumusan masalah pokok penelitian adalah menghasilkan dan melihat implementasi model eksplanatoris pada materi pembelajaran Teknik Penyehatan untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa program studi pendidikan teknik sipil FPTK UPI. Metode penelitian yang digunakan bagi pengembangan model eksplanatoris pada materi pembelajaran Teknik Penyehatan untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa program studi pendidikan teknik sipil adalah penelitian pengembangan. Lokasi penelitian di kelas pembelajaran mata kuliah Teknik Penyehatan Jurusan Pendidikan Teknik Sipil FPTK UPI Jalan Dr. Setiabudhi 207 Bandung 40154. Waktu penelitian dimulai dari awal Bulan Agustus 2007 sampai dengan November 2007. Subjek penelitian adalah dosen pengampu mata kuliah Teknik Penyehatan dan objek penelitian adalah mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Sipil FPTK UPI yang mengambil mata kuliah Teknik Penyehatan pada semester ganjil tahun akademik 2007/2008. Implementasi standar operasi prosedur dan model eksplanatoris yang tepat untuk menjelaskan 14 buah materi pertemuan Teknik Penyehatan dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa program studi pendidikan teknik sipil. Penelitian lanjutan, forum diskusi kelompok dan lokakarya perlu dilakukan di masa yang akan datang agar beberapa kriteria keberhasilan penelitian pengembangan kegiatan pembelajaran Teknik Penyehatan dapat tercapai sepenuhnya sesuai dengan harapan semua pihak yang terkait. Bimbingan khusus dan apresiasi terhadap mahasiswa perlu dilakukan oleh dosen penanggung jawab agar dapat diidentifikasi kesulitan belajar Teknik Penyehatan berasal dari faktor eksternal (lingkungan) atau faktor internal dari dalam diri mahasiswa yang bersangkutan. Kuantitas perbaikan tingkat pemahaman jumlah mahasiswa dalam mata kuliah Teknik Penyehatan selayaknya jangan hanya dijadikan satu-satunya indikator tingkat keberhasilan pengembangan model eksplanatoris Teknik Penyehatan, tetapi juga harus mempertimbangkan kualitas perbaikan tingkat pemahaman para mahasiswa pendidikan teknik sipil dalam mata kuliah Teknik Penyehatan.

Kata-kata kunci : teknik penyehatan, model eksplanatoris, penelitian pengembangan, dosen teknik penyehatan, mahasiswa pendidikan teknik sipil, standar operasi prosedur, meningkatkan tingkat pemahaman, penelitian lanjutan, forum diskusi kelompok, lokakarya

¹ Artikel ini merupakan hasil penelitian hibah kompetitif Universitas Pendidikan Indonesia yang dibiayai oleh Dana Masyarakat (Usaha dan Tabungan Universitas Eks Diks) SK Rektor Nomor : 3862/H.40.00/PL.01/2007 Tanggal 11 Juli 2007.

^{2, 3, 4} Staf pengajar tetap di Jurusan Pendidikan Teknik Sipil Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Universitas Pendidikan Indonesia Bandung

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Program Studi Diploma Tiga (D₃) Teknik Sipil diselenggarakan di Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Universitas Pendidikan Indonesia dengan maksud untuk menghasilkan tenaga-tenaga teknis dan supervisor bidang teknik sipil yang berkompeten. Kompetensi tenaga teknis dan supervisor bidang teknik sipil harus mencakup ilmu bidang studi teknik sipil ditinjau dari tahap pembangunan, yaitu : SIDCOM (survei, investigasi, disain, construction, operasional dan mantainance).

Fakta di lapangan menunjukkan bahwa pembangunan dalam bidang teknik sipil semakin pesat, baik dalam pembangunan perumahan permukiman, bangunan jalan dan bangunan bangunan air yang dapat mengakibatkan dampak terhadap lingkungan sekitar. Perkembangan ilmu dan teknologi yang sangat pesat tidak diiringi oleh kemampuan lembaga pendidikan teknologi dan kejuruan menyediakan prasarana dan sarana yang memadai untuk menyelenggarakan proses pembelajaran yang mampu mengikuti perubahan ilmu dan teknologi. Karakteristik pendidikan teknologi dan kejuruan adalah memiliki sejumlah mata kuliah teori dan praktikum yang harus ditempuh oleh para mahasiswa untuk mencapai tujuan pembelajaran. Sinergi penguasaan mata kuliah teori dan praktikum yang didukung oleh prasarana dan sarana yang memadai diharapkan dapat meningkatkan tingkat pemahaman, sikap dan keterampilan para mahasiswa dalam bidang teknologi dan kejuruan.

Mata kuliah Teknik Penyehatan merupakan mata kuliah yang wajib diikuti mahasiswa. Setelah mengikuti perkuliahan Teknik Penyehatan para mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan, mengidentifikasi, mengukur dan memperkirakan dampak akibat kegiatan pembangunan teknik sipil terhadap komponen fisik, kimia, biologi, dan sosial ekonomi lingkungan mencakup jenis dan karakteristik pencemaran air, udara, tanah, dan perubahan sosial ekonomi; serta memahami konsep dasar dari sanitasi lingkungan perumahan, aspek radiologi terhadap kesehatan masyarakat, pemberantasan dan penanggulangan vektor penyakit; Sistem pengelolaan air minum, air limbah, serta pengelolaan dan pemusnahan akhir sampah: Perencanaan kawasan perumahan yang aman dan sehat serta prasyarat infrastruktur dengan menggunakan analisis *Geographical Information System* .

Perkuliahan menggunakan pendekatan ekspositori dalam bentuk ceramah dan tanya jawab yang dilengkapi dengan penggunaan LCD, OHP, dan pendekatan inkuiri yaitu penyelesaian tugas perorangan (parsial) serta tugas kelompok, diskusi dan presentasi makalah. Tahap penguasaan mahasiswa melalui UTS, UAS, dan evaluasi tugas berupa makalah.

Hasil evaluasi kegiatan pembelajaran Teknik Penyehatan menunjukkan prestasi mahasiswa pada mata kuliah Teknik Penyehatan masih belum memuaskan walaupun kehadiran mahasiswa dan dosen telah memenuhi syarat ; silabus, handout dan SAP (satuan acara perkuliahan) telah ada; pustaka-pustaka telah tersedia. Peneliti menduga penyebab dari prestasi mahasiswa pada mata kuliah Teknik Penyehatan yang belum memuaskan adalah model-model penyampaian materi yang terlalu rumit, oleh sebab itu peneliti mengajukan model eksplanatoris sebagai salah satu solusinya. Model eksplanatoris bersifat menyeluruh, disajikan secara grafis/diagram, ringkas, mudah dan praktis.

Tabel 1. Hasil evaluasi mata kuliah teknik penyehatan semester genap 2006/2007

Angkatan	Huruf Mutu						Jumlah
	A	B	C	D	E	BL	
2003	-	-	-	-	1	-	1
2005	24	16	-	-	8	8	
Jumlah	24	16	0	0	9	8	57
%	42,05 %	28,07 %	0 %	0 %	15,78 %	14,10 %	100 %

Rumusan Masalah

Pendidikan Teknologi dan Kejuruan untuk bidang pendidikan teknik sipil salah satunya mensyaratkan lulusannya memiliki pemahaman, sikap dan keterampilan yang terkait dengan penyelidikan mengenai dampak lingkungan yang diakibatkan oleh pembangunan-pembangunan teknik sipil. Setelah mengikuti perkuliahan ini, para mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan konsep dasar sanitasi lingkungan perumahan, pencemaran air, pencemaran udara, tanah, aspek radiologi terhadap kesehatan masyarakat, hygiene industri, pemberantasan vektor penyakit; menjelaskan teknik penyediaan air minum; menjelaskan teknik pembuangan air limbah ; menjelaskan proses pengelolaan persampahan perkotaan ; menjelaskan faktor dan syarat bangunan tahan gempa, menjelaskan karakteristik rumah, lahan , infrastruktur yang sehat untuk kawasan perumahan.

Masalah utama dalam penelitian adalah belum diketahui secara pasti kontribusi dan peran pemahaman teori Teknik Penyehatan di program studi Pendidikan Teknik Sipil Universitas Pendidikan Indonesia terhadap keterampilan dan pemahaman mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan mengenai dampak lingkungan yang terjadi akibat pembangunan dalam bidang teknik sipil yang implikasinya akan berdampak terhadap kualitas pembelajaran mahasiswa pendidikan teknik sipil secara keseluruhan dan lamanya waktu studi.

Asumsi dalam penelitian terkait dengan peserta pembelajaran, proses pembelajaran dan peran pengajar. Asumsi-asumsi dalam penelitian yaitu:

1. Peserta pembelajaran memiliki kemampuan yang berbeda dalam memahami materi pembelajaran Teknik Penyehatan,
2. Proses pembelajaran yang dilakukan telah memenuhi kaidah-kaidah upaya ketepatan waktu, kelengkapan prasarana, dan sarana pembelajaran serta kemandirian peserta pembelajaran dalam bentuk jumlah pertemuan yang memenuhi waktu 16 x 90 menit, buku-buku referensi sebanyak 15 buah dan diskusi kelas sebanyak 16 kali pertemuan,
3. Pengajar Teknik Penyehatan menguasai materi substansi Teknik Penyehatan serta model pembelajaran yang bervariasi dalam bentuk pengalaman mengajar Teknik Penyehatan sejak tahun 1991.

Lingkup penelitian dibatasi hanya pada kegiatan pembelajaran Teknik Penyehatan di Jurusan Pendidikan Teknik Sipil FPTK UPI pada semester gasal tahun akademik 2007/2008.

Rumusan masalah berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan adalah: 'Bagaimana bentuk model explanatoris pada materi Teknik Penyehatan dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Sipil ?'.

Masalah pokok penelitian dijabarkan dalam pertanyaan penelitian sebagai berikut:

- a. Bagaimanakah bentuk standar operasi prosedur (SOP) yang tepat untuk menjelaskan 16 buah materi pertemuan Teknik Penyehatan sehingga dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Sipil ?
- b. Bagaimanakah bentuk model explanatoris yang tepat untuk menjelaskan 16 buah materi pertemuan Teknik Penyehatan sehingga dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Sipil secara praktis, sederhana, cepat dan tepat ?
- c. Bagaimanakah bentuk model explanatoris yang tepat untuk menjelaskan materi-materi berbentuk aplikasi Teknik Penyehatan yang prosedural, praktis, cepat dan tepat sehingga dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dalam mata kuliah Teknik Penyehatan ?

Tujuan Penelitian

Tujuan utama penelitian berdasarkan rumusan masalah pokok penelitian adalah menghasilkan dan melihat implementasi model explanatoris pada materi Teknik Penyehatan untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Sipil FPTK UPI.

Tujuan antara penelitian adalah:

- a. Menghasilkan dan melihat implementasi standar operasi prosedur (SOP) yang tepat untuk menjelaskan 16 buah materi Teknik Penyehatan sehingga dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Sipil,
- b. Menghasilkan dan melihat implementasi model explanatoris yang tepat untuk menjelaskan 16 buah materi pertemuan Teknik Penyehatan sehingga dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Sipil secara praktis, sederhana, cepat dan tepat,
- c. Menghasilkan dan melihat implementasi model explanatoris yang tepat untuk menjelaskan materi-materi berbentuk aplikasi yang prosedural, praktis, cepat dan tepat sehingga dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dalam mata kuliah Teknik Penyehatan.

Manfaat Penelitian

Manfaat-manfaat penelitian yang dapat diperoleh, yaitu :

1. Bagi Universitas Pendidikan Indonesia, mengenali kelemahan-kelemahan variabel yang harus dibenahi terkait dengan mata kuliah dan aplikasi teknologi bagi para mahasiswa bidang pendidikan teknologi dan kejuruan.
2. Bagi program studi pendidikan Teknik Sipil FPTK UPI, mengetahui dan mengimplementasikan skala prioritas secara proporsional alokasi prasarana dan sarana pendidikan program studi pendidikan Teknik Sipil untuk meningkatkan kualitas pembelajaran secara keseluruhan dan mempercepat masa studi.
3. Bagi peneliti, masukan untuk memperbaiki proses pembelajaran mata kuliah Teknik Penyehatan sehingga penguasaan dalam teori Teknik Penyehatan dapat ditingkatkan.

METODOLOGI

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan untuk pengembangan model explanatoris pada materi pembelajaran Teknik Penyehatan untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Sipil adalah penelitian pengembangan.

Subjek dan Objek

Subjek penelitian adalah dosen pengampu mata kuliah Teknik Penyehatan dan objek penelitian adalah mahasiswa Program Studi D₃ Teknik Sipil FPTK UPI yang mengambil mata kuliah Teknik penyehatan pada semester gasal tahun akademik 2007/2008.

Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu penelitian dimulai dari awal Bulan September 2007 sampai dengan bulan November 2007. Lokasi penelitian di kelas pembelajaran mata kuliah Teknik Penyehatan Program Studi D₃ Teknik Sipil FPTK UPI Jalan Dr. Setia Budi 207 Bandung 40154.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitiannya adalah :

- a. Melakukan studi pendahuluan berupa : observasi kelas, analisis masalah dan analisis penyebab pada pembelajaran Teknik Penyehatan,
- b. Melakukan perencanaan yang terdiri dari identifikasi, definisi, kompetensi, perumusan tujuan dan urutan pembelajaran Teknik Penyehatan,
- c. Mengembangkan jenis atau bentuk produk awal dalam bentuk menyiapkan materi proses belajar mengajar, menyusun buku pegangan, menyusun prangkat evaluasi dan menyiapkan alat untuk pembelajaran Teknik Penyehatan,
- d. Melakukan uji coba awal yang terdiri dari : memperoleh responden para ahli bidang studi, media pembelajaran, metode pembelajaran dan pendapat diskusi kelompok (*expert judgement*),
- e. Melakukan revisi terhadap produk berdasarkan masukan dan saran-saran dari para ahli,
- f. Melakukan uji coba terbatas (empiris) dengan menetapkan responden calon pengguna untuk mengetahui tingkat kebaikan produk (efektifitas proses belajar mengajar, kemudahan dan kemenarikan),
- g. Melakukan revisi ke-2 berdasarkan masukan dan saran-saran hasil uji terbatas,
- h. Melakukan uji lapangan (*field tested*) dengan sasaran calon pengguna produk dengan cakupan/scope lebih luas,
- i. Melakukan revisi produk berdasarkan saran dalam uji coba lapangan serta siap digunakan.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian berupa test yang terdiri dari : pre-test, post-test. Instrumen penelitian terdiri dari 48 soal untuk mengevaluasi tingkat pemahaman mahasiswa pada 16 materi pertemuan Teknik Penyehatan.

Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan analisis prosentase dan kriteria keberhasilan yang ingin dicapai dalam penelitian adalah :

- a. Prestasi belajar mahasiswa terendah meningkat dari 25 % menjadi 45 % ,
- b. Prestasi belajar mahasiswa tertinggi meningkat dari 80 % menjadi 90 % ,
- c. Penilaian Acuan Patokan dapat diimplementasikan pada hasil belajar mahasiswa dengan kecenderungan berdistribusi normal,
- d. Jumlah mahasiswa yang diremedial kurang dari 15 % dengan tingkat penguasaan antara 45 % sampai dengan 55 % .

KAJIAN PUSTAKA

Metode Penelitian Pengembangan (*Research Methods*)

Metode penelitian untuk pengembangan memuat 3 komponen, yaitu : (1) model pengembangan, (2) prosedur pengembangan dan (3) uji coba produk.

1. Model pengembangan merupakan dasar untuk mengembangkan produk yang akan dihasilkan. Model pengembangan dapat berupa model prosedural, model konseptual dan model teoritik. Model prosedural adalah model yang bersifat deskriptif yang menunjukkan langkah-langkah yang harus diikuti untuk menghasilkan produk. Model konseptual adalah model yang bersifat analitis, yang menyebutkan komponen-komponen produk, menganalisis komponen secara rinci dan menunjukkan hubungan antar komponen yang akan dikembangkan. Model teoritik adalah model yang menggambarkan kerangka berpikir yang didasarkan pada teori-teori yang relevan dan didukung oleh data empirik.

Dalam model pengembangan, peneliti harus memperhatikan 3 hal :

- a. Menggambarkan struktur model yang digunakan secara singkat, sebagai dasar pengembang produk.
 - b. Jika model yang digunakan diadaptasi dari model yang sudah ada maka perlu dijelaskan alasan memilih model, komponen-komponen yang disesuaikan dan kekuatan serta kelemahan model dibandingkan model aslinya.
 - c. Jika model yang digunakan dikembangkan sendiri maka perlu dipaparkan mengenai komponen-komponen dan kaitan antar komponen yang terlibat dalam pengembangan.
2. Beberapa contoh model pengembangan produk pembelajaran diuraikan sebagai berikut.
 - a. Model pengembangan rancangan pembelajaran menurut Dick dan Carey (1996). Model ini melibatkan 10 komponen atau langkah sebagai berikut :
 - 1) Identifikasi kebutuhan pembelajaran dan menentukan tujuan umum pembelajaran.
 - 2) Analisis pembelajaran dengan mengidentifikasi keterampilan dan perilaku awal.
 - 3) Analisis karakteristik siswa dan konteks.
 - 4) Merumuskan tujuan perilaku khusus.
 - 5) Mengembangkan instrumen penilaian.
 - 6) Mengembangkan strategi pembelajaran.
 - 7) Memilih dan mengembangkan materi pembelajaran.
 - 8) Merancang dan melakukan evaluasi formatif.
 - 9) Merevisi paket pembelajaran.
 - 10) Merancang dan melakukan evaluasi sumatif.
 - b. Model disain pembelajaran yang dikembangkan Kemp (1977) melalui langkah-langkah :
 - 1) Menentukan tujuan umum.
 - 2) Identifikasi karakteristik siswa.
 - 3) Merumuskan tujuan khusus pembelajaran.
 - 4) Mengembangkan dan memilih materi pelajaran.
 - 5) Melakukan assessmen awal.

- 6) Mengembangkan strategi dan melakukan kegiatan pembelajaran dengan menggunakan sumber belajar.
 - 7) Menggunakan sarana pendukung untuk pembelajaran.
 - 8) Melakukan evaluasi, refleksi dan perbaikan.
- c. Model pengembangan produk pembelajaran berbantuan komputer (PBK) dikembangkan oleh Sutopo (2003) melalui 6 tahap, yaitu :
- 1) *Concept*, pengembangan konsep dilakukan dengan identifikasi masalah, merumuskan tujuan, analisis kebutuhan belajar, analisis karakteristik siswa (tingkat, pengalaman kemampuan komputer), merencanakan dan menyusun perangkat lunak bahan pembelajaran.
 - 2) *Design*, mendisain produk dilakukan melalui 2 tahap, yaitu : (a) mendisain perangkat lunak meliputi disain fisik, disain fungsi dan disain logika, (b) mengembangkan *flow chart* untuk memvisualisasikan alur kerja produk mulai awal hingga akhir.
 - 3) *Collecting materials*, kegiatan berupa pengumpulan bahan kuliah yang diperlukan untuk pembuatan produk, seperti : materi pokok (substansi bidang studi), aspek pendukung seperti gambar animasi, audio sebagai ilustrasi, *clip-art image*, grafik dan sebagainya.
 - 4) *Assembly* adalah menyusun naskah materi kuliah yang dimasukkan pada setiap frame yang disebut *screen mapping*.
 - 5) Uji coba untuk melihat jangkauan produk yang dibuat dapat mencapai tujuan dan sasaran. Produk yang baik memenuhi 2 kriteria, yaitu : kriteria pembelajaran (*instruction criteria*) dan kriteria penampilan (*presentation criteria*). Uji coba dilakukan 3 kali, yaitu : (1) uji ahli dilakukan dengan responden para ahli perancangan, multi media, bidang studi, (2) uji terbatas dilakukan terhadap kelompok kecil sebagai pengguna produk, (3) uji lapangan (*field testing*).
 - 6) *Distribution* adalah kegiatan berupa penyebarluasan produk pembelajaran kepada pemakai produk. Sasaran pemakai produk meliputi nara sumber (dosen, guru, instruktur, widyaiswara) dan subjek belajar (mahasiswa, siswa, peserta pelatihan) sekolah, lembaga diklat dan sebagainya.
- d. Model rancangan sistem pembelajaran atau *instructional system design* (ISD) dikembangkan oleh Leshin, Pollock dan Reigeluth (1992). Model ini melalui 4 tahapan yang masing-masing tahapan diuraikan menjadi beberapa sub-tahapan, yaitu :
- 1) Analisis kebutuhan, meliputi : identifikasi masalah, analisis ranah kemampuan atau kompetensi (kognitif, afektif dan psikomotor).
 - 2) Memilih dan mengurutkan materi, yaitu : analisis isi materi pokok, materi pendukung dan urutan tugas.
 - 3) Mengembangkan strategi pembelajaran, meliputi : analisis situasi, analisis kegiatan pembelajaran, mengembangkan pesan interaktif dalam proses pembelajaran.
 - 4) Mengevaluasi kegiatan dan hasil pembelajaran.

Analisis Sistem dan Permodelan

Definisi sistem adalah : (1) sistem merupakan sekumpulan individu yang merupakan bagian dari populasi, sekumpulan populasi yang merupakan bagian dari

komunitas dan sebagainya. Sistem dengan skala serta tingkat ketelitian yang berbeda-beda dapat dikaji menggunakan seperangkat prinsip dan teknik yang umum digunakan sesuai dengan teori sistem secara umum. (2) Sistem dengan skala serta tingkat ketelitian yang sama dapat saling tumpang tindih, sistem yang meninjau dinamika suatu populasi spesies A dapat tumpang tindih dengan sistem lain yang meninjau dinamika populasi B jika kedua spesies merupakan pesaing bagi lainnya. Hal yang harus diperhatikan oleh kita adalah mengenai pusat perhatian terhadap masalah tertentu yang terjadi. Kita harus memperhatikan batasan sistem untuk memecahkan masalah yang ada. Bukan hal yang sepele untuk melakukan tahapan awal dalam analisis sistem ini.

Model adalah ringkasan kenyataan. Model juga merupakan pemaparan formal bagian-bagian utama masalah, karena bagian-bagian utama masalah yang kita tetapkan merupakan pusat kajian sistem yang kita bangun maka model pengertiannya adalah suatu pemaparan formal sistem dengan pusat kajian tertentu. Model dapat berupa model fisik, matematis, atau verbal walaupun beberapa model ditujukan bagi model kata-kata tetapi bahasa biasanya memiliki makna ganda (Jeffers, 1978).

Model dapat dikelompokkan dalam beberapa cara (Jeffers, 1978). Beberapa kriteria dikotomis dari model untuk keperluan pembangunan model, yaitu (1) model fisik terhadap model abstrak, (2) model dinamis terhadap model statis, (3) model empiris (korelatif) terhadap model mekanistik (explanatory), (4) model deterministik terhadap model stokastik dan (5) model simulasi terhadap model analitis.

Empat tahapan dasar dalam proses pengembangan dan penggunaan suatu model sistem (Jeffers, 1978) : (1) perumusan model konseptual, (2) pencirian model kuantitatif, (3) penilaian model dan (4) penggunaan model.

Tujuan analisis sistem adalah : (1) untuk mengembangkan suatu konsep atau kualitatif model sistem yang kita kaji, (2) untuk mengembangkan suatu model kuantitatif sistem yang kita kaji, (3) untuk menilai tingkat penggunaan model kaitannya dengan sasaran yang kita inginkan dan (4) untuk menjawab pertanyaan yang telah dikenali pada awal proyek permodelan ini.

Keempat tahapan analisis sistem ini mempunyai hubungan yang erat. Walaupun secara teoritis kita dapat berpikir bahwa proses tersebut berlangsung secara berurutan, tetapi secara praktis kita melakukan ulangan tahapan-tahapan tersebut lebih dari satu kali. Selama tahapan tersebut berlangsung, kita dapat menemukan adanya kesalahan atau ketidakcocokan bagian-bagian penting suatu sistem atau proses yang harus diperbaiki sehingga kita harus kembali ke tahapan awal, kadang juga perbaikan perumusan model konseptual atau perbaikan spesifikasi model kuantitatif.

Diagram Sebab-Akibat

Diagram sebab akibat yang diturunkan dari analisis sistem yang mempertimbangkan tahapan-tahapan penyajian materi pembelajaran Teknik Penyehatan :

1. Diagram sebab akibat lingkungan dan pembangunan
2. Diagram sebab akibat sanitasi perumahan, hygiene perumahan, hygiene makanan dan minuman, hygiene industri
3. Diagram sebab akibat pencemaran udara, pencemaran air, aspek radiologi terhadap kesehatan, pemberantasan vektor penyakit
4. Diagram sebab akibat sumber-sumber air minum, syarat-syarat air minum dan pengolahan air minum

5. Diagram sebab akibat sistem pengaliran air
6. Diagram sebab akibat sumber-sumber air limbah
7. Diagram sebab akibat pengolahan air limbah
8. Diagram sebab akibat pengantar persampahan dan kondisi empirik di lapangan disajikan
9. Diagram sebab akibat pembuangan akhir sampah
10. Diagram sebab akibat pemusnahan sampah dengan cara pengomposan dan *incinerator*
11. Diagram sebab akibat rumah sehat
12. Diagram sebab akibat sistem informasi geografis
13. Diagram sebab akibat klasifikasi kesesuaian lahan untuk irigasi
14. Diagram sebab akibat evaluasi kesesuaian lahan untuk permukiman dan pembangunan

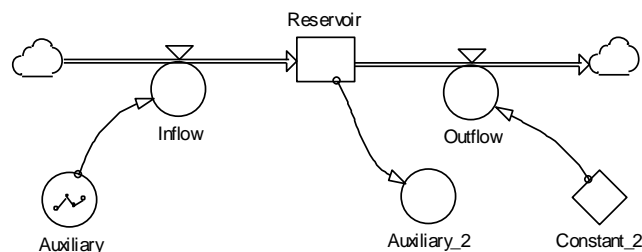
Diagram Alir

Diagram alir (*flow chart*) merupakan model fungsional dari diagram sebab akibat yang dirancang pada tahap sebelumnya dan membutuhkan informasi mengenai klasifikasi variabel-variabel dalam diagram alir berdasarkan identitas, dimensi satuan, sifat kumulatif dan sifat hubungan. Klasifikasi variabel-variabel dalam diagram alir dapat dikelompokkan menjadi :

- a. Bak penampung (*reservoir, level*),
- b. Aliran masuk (*inflow, rate input*)
- c. Aliran keluar (*outflow, rate output*)
- d. Besar aliran yang berubah-ubah (*auxiliary*)
- e. Besar aliran yang tetap (*constant*)

Sifat kumulatif hanya dimiliki oleh variabel bak penampung dan hanya dapat dihubungkan oleh aliran masuk dan aliran keluar (*flow*) yang fungsi matematisnya adalah fungsi integral ($Flow = \pm d(Reservoir) / d(time)$).

Auxiliary dapat dihubungkan dengan *auxiliary*, *constant* dan *reservoir* oleh *arrow* (panah) yang tidak terhambat (*non-delay*) dan terhambat (*delay*).



Gambar 1. Simbol-simbol yang digunakan pada diagram alir (Muhammadi, Aminullah, Soesilo, 2001)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil penelitian pengembangan model eksplanatoris materi pembelajaran Teknik Penyehatan untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa Program Studi D₃ Teknik Sipil terdiri dari :

1. Nilai pre-test mahasiswa D₃ Teknik Sipil serta tingkat kesulitan soal pre-test Teknik Penyehatan,
2. Nilai post-test mahasiswa D₃ Teknik Sipil serta tingkat kesulitan soal post-test Teknik Penyehatan,
3. Nilai post post-test mahasiswa D₃ Teknik Sipil serta tingkat kesulitan post post-test Teknik Penyehatan,
4. Model eksplanatoris materi pembelajaran Teknik Penyehatan sebanyak 15 kali pertemuan,
5. Handout materi pembelajaran Teknik Penyehatan sebanyak 15 kali pertemuan.

Pembahasan

Nilai pre-test mahasiswa D₃ Teknik Sipil serta tingkat kesulitan soal pre-test Teknik Penyehatan.

Nilai pre-test mahasiswa D₃ Teknik Sipil sebanyak 29 mahasiswa pada mata kuliah Teknik Penyehatan sebelum diberi model eksplanatoris adalah :

1. Mahasiswa yang sangat memahami mata kuliah Teknik Penyehatan dengan kriteria tingkat penguasaan $\geq 85\%$ sebanyak 0 mahasiswa atau 0 %.
2. Mahasiswa yang memahami mata kuliah Teknik Penyehatan dengan kriteria tingkat penguasaan $75 \leq x < 85\%$ sebanyak 4 mahasiswa atau 13,79 %.
3. Mahasiswa yang cukup memahami mata kuliah Teknik Penyehatan dengan kriteria tingkat penguasaan $55\% \leq x < 75\%$ sebanyak 12 mahasiswa atau 41,38 %.
4. Mahasiswa yang kurang memahami mata kuliah Teknik Penyehatan dengan kriteria tingkat penguasaan $45\% \leq x < 55\%$ sebanyak 9 mahasiswa atau 31,03 %.
5. Mahasiswa yang tidak memahami mata kuliah Teknik Penyehatan dengan kriteria tingkat penguasaan $< 45\%$ sebanyak 4 mahasiswa atau 13,79 %.

Tingkat kesulitan soal pre-test mata kuliah Teknik Penyehatan adalah :

1. Soal sangat sulit dengan kriteria jumlah mahasiswa yang menjawab benar $0\% \leq x < 20\%$ sebanyak 8 soal atau 16,67 %.
2. Soal sulit dengan kriteria jumlah mahasiswa yang menjawab benar $20\% \leq x < 40\%$ sebanyak 20 soal atau 41,67 %.
3. Soal cukup sulit dengan kriteria jumlah mahasiswa yang menjawab benar $40\% \leq x < 60\%$ sebanyak 20 soal atau 41,67 %.
4. Soal mudah dengan kriteria jumlah mahasiswa yang menjawab benar $60\% \leq x < 80\%$ sebanyak 0 soal atau 0 %.
5. Soal sangat mudah dengan kriteria jumlah mahasiswa yang menjawab benar $80\% \leq x \leq 100\%$ sebanyak 0 soal atau 0 %.

Nilai post-test mahasiswa D₃ Teknik Sipil serta tingkat kesulitan soal post-test Teknik Penyehatan.

Nilai post-test mahasiswa D₃ Teknik Sipil sebanyak 29 mahasiswa pada mata kuliah Teknik Penyehatan setelah diberi model eksplanatoris adalah :

1. Mahasiswa yang sangat memahami mata kuliah Teknik Penyehatan dengan kriteria tingkat penguasaan $\geq 85\%$ sebanyak 0 mahasiswa atau 0 %.
2. Mahasiswa yang memahami mata kuliah Teknik Penyehatan dengan kriteria tingkat penguasaan $75 \leq x < 85\%$ sebanyak 6 mahasiswa atau 20,69 %.
3. Mahasiswa yang cukup memahami mata kuliah Teknik Penyehatan dengan kriteria tingkat penguasaan $55\% \leq x < 75\%$ sebanyak 21 mahasiswa atau 72,41 %.
4. Mahasiswa yang kurang memahami mata kuliah Teknik Penyehatan dengan kriteria tingkat penguasaan $45\% \leq x < 55\%$ sebanyak 2 mahasiswa atau 6,897 %.
5. Mahasiswa yang tidak memahami mata kuliah Teknik Penyehatan dengan kriteria tingkat penguasaan $< 45\%$ sebanyak 0 mahasiswa atau 0 %.

Tingkat kesulitan soal post-test mata kuliah Teknik Penyehatan adalah :

1. Soal sangat sulit dengan kriteria jumlah mahasiswa yang menjawab benar $0\% \leq x < 20\%$ sebanyak 2 soal atau 4,17 %.
2. Soal sulit dengan kriteria jumlah mahasiswa yang menjawab benar $20\% \leq x < 40\%$ sebanyak 5 soal atau 10,42 %.
3. Soal cukup sulit dengan kriteria jumlah mahasiswa yang menjawab benar $40\% \leq x < 60\%$ sebanyak 7 soal atau 14,58 %.
4. Soal mudah dengan kriteria jumlah mahasiswa yang menjawab benar $60\% \leq x < 80\%$ sebanyak 13 soal atau 27,08 %.
5. Soal sangat mudah dengan kriteria jumlah mahasiswa yang menjawab benar $80\% \leq x \leq 100\%$ sebanyak 21 soal atau 43,75 %.

Nilai post post-test mahasiswa D₃ Teknik Sipil serta tingkat kesulitan soal post post-test Teknik Penyehatan.

Nilai post post-test mahasiswa D₃ Teknik Sipil sebanyak 29 mahasiswa pada mata kuliah Teknik Penyehatan setelah diberi model eksplanatoris adalah :

1. Mahasiswa yang sangat memahami mata kuliah Teknik Penyehatan dengan kriteria tingkat penguasaan $\geq 85\%$ sebanyak 2 mahasiswa atau 6,897 %.
2. Mahasiswa yang memahami mata kuliah Teknik Penyehatan dengan kriteria tingkat penguasaan $75 \leq x < 85\%$ sebanyak 10 mahasiswa atau 34,48 %.
3. Mahasiswa yang cukup memahami mata kuliah Teknik Penyehatan dengan kriteria tingkat penguasaan $55\% \leq x < 75\%$ sebanyak 16 mahasiswa atau 48,28 %.
4. Mahasiswa yang kurang memahami mata kuliah Teknik Penyehatan dengan kriteria tingkat penguasaan $45\% \leq x < 55\%$ sebanyak 1 mahasiswa atau 3,45 %.
5. Mahasiswa yang tidak memahami mata kuliah Teknik Penyehatan dengan kriteria tingkat penguasaan $< 45\%$ sebanyak 0 mahasiswa atau 0 %.

Tingkat kesulitan soal post post-test mata kuliah Teknik Penyehatan adalah :

1. Soal sangat sulit dengan kriteria jumlah mahasiswa yang menjawab benar $0\% \leq x < 20\%$ sebanyak 2 soal atau 4,17 %.
2. Soal sulit dengan kriteria jumlah mahasiswa yang menjawab benar $20\% \leq x < 40\%$ sebanyak 3 soal atau 6,25 %.
3. Soal cukup sulit dengan kriteria jumlah mahasiswa yang menjawab benar $40\% \leq x < 60\%$ sebanyak 8 soal atau 16,67 %.
4. Soal mudah dengan kriteria jumlah mahasiswa yang menjawab benar $60\% \leq x < 80\%$ sebanyak 10 soal atau 20,83 %.

5. Soal sangat mudah dengan kriteria jumlah mahasiswa yang menjawab benar $80\% \leq x \leq 100\%$ sebanyak 25 soal atau 52,08 %.

Model eksplanatoris materi pembelajaran Teknik Penyehatan sebanyak 14 kali pertemuan.

Model eksplanatoris materi pembelajaran Teknik Penyehatan sebanyak 14 kali pertemuan disajikan sebanyak 14 lembar model, yaitu :

1. Materi lingkungan dan pembangunan disajikan sebanyak 1 lembar model.
2. Materi sanitasi perumahan, hygiene perumahan, hygiene makanan dan minuman, hygiene industri disajikan sebanyak 1 lembar model.
3. Materi pencemaran udara, pencemaran air, aspek radiologi terhadap kesehatan, pemberantasan vektor penyakit disajikan sebanyak 1 lembar model.
4. Materi sumber-sumber air minum, syarat-syarat air minum dan pengolahan air minum disajikan sebanyak 1 lembar model.
5. Materi sistem pengaliran air disajikan sebanyak 1 lembar model.
6. Materi sumber-sumber air limbah disajikan sebanyak 1 lembar model.
7. Materi pengolahan air limbah disajikan sebanyak 1 lembar model.
8. Materi pengantar persampahan dan kondisi empirik di lapangan disajikan sebanyak 1 lembar model.
9. Materi pembuangan akhir sampah disajikan sebanyak 1 lembar model.
10. Materi pemusnahan sampah dengan cara pengomposan dan *incenerator* disajikan sebanyak 1 lembar model.
11. Materi rumah sehat disajikan sebanyak 1 lembar model.
12. Materi sistem informasi geografis disajikan sebanyak 1 lembar model.
13. Materi klasifikasi kesesuaian lahan untuk irigasi disajikan sebanyak 1 lembar model.
14. Materi evaluasi kesesuaian lahan untuk permukiman dan pembangunan disajikan sebanyak 1 lembar model.

Handout materi pembelajaran Teknik Penyehatan sebanyak 14 kali pertemuan.

Handout materi pembelajaran Teknik Penyehatan sebanyak 14 kali pertemuan disajikan sebanyak 77 lembar, yaitu :

1. Materi lingkungan dan pembangunan disajikan sebanyak 4 lembar model.
2. Materi sanitasi perumahan, hygiene perumahan, hygiene makanan dan minuman, hygiene industri disajikan sebanyak 3 lembar model.
3. Materi pencemaran udara, pencemaran air, aspek radiologi terhadap kesehatan, pemberantasan vektor penyakit disajikan sebanyak 3 lembar model.
4. Materi sumber-sumber air minum, syarat-syarat air minum dan pengolahan air minum disajikan sebanyak 5 lembar model.
5. Materi sistem pengaliran air disajikan sebanyak 4 lembar model.
6. Materi sumber-sumber air limbah disajikan sebanyak 6 lembar model.
7. Materi pengolahan air limbah disajikan sebanyak 8 lembar model.
8. Materi pengantar persampahan dan kondisi empirik di lapangan disajikan sebanyak 8 lembar model.
9. Materi pembuangan akhir sampah disajikan sebanyak 4 lembar model.
10. Materi pemusnahan sampah dengan cara pengomposan dan *incenerator* disajikan sebanyak 10 lembar model.
11. Materi rumah sehat disajikan sebanyak 4 lembar model.

12. Materi sistem informasi geografis disajikan sebanyak 2 lembar model.
13. Materi klasifikasi kesesuaian lahan untuk irigasi disajikan sebanyak 9 lembar model.
14. Materi evaluasi kesesuaian lahan untuk permukiman dan pembangunan disajikan sebanyak 7 lembar model.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Implementasi standar operasi prosedur yang tepat untuk menjelaskan 14 buah materi pertemuan Teknik Penyehatan dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa program studi pendidikan teknik sipil.
2. Implementasi model eksplanatoris yang tepat untuk menjelaskan 14 buah materi pertemuan Teknik Penyehatan dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa program studi pendidikan teknik sipil secara praktis, sederhana, cepat dan tepat.
3. Implementasi model eksplanatoris yang tepat untuk menjelaskan materi-materi berbentuk aplikasi perhitungan Teknik Penyehatan yang prosedural, praktis, cepat dan tepat dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa mahasiswa program studi pendidikan teknik sipil dalam mata kuliah Teknik Penyehatan.
4. Kriteria keberhasilan yang dicapai dalam penelitian, yaitu :
 - a. Prestasi belajar mahasiswa terendah meningkat dari 25 % menjadi 45 % tercapai karena prestasi belajar mahasiswa terendah (pre-test) 37,50 % menjadi 45,83 % (post-test) dan 56,25 % (post post-test).
 - b. Prestasi belajar mahasiswa tertinggi meningkat dari 80 % menjadi 90 % tercapai karena prestasi belajar mahasiswa tertinggi (pre-test) 79,17 % menjadi 83,33 % (post-test) dan 89,58 % (post post-test).
 - c. Penilaian acuan patokan dapat berhasil diimplementasikan pada hasil belajar mahasiswa dengan kecenderungan berdistribusi normal.
 - d. Jumlah mahasiswa yang diremedial kurang dari 15 % (< 5 orang) dengan tingkat penguasaan antara 45 % sampai dengan 55 % tercapai dalam jumlah mahasiswa yang diremedial yaitu dari 9 orang (pre-test) menjadi 3 orang (post-test) dan 1 orang (post post-test). Untuk tingkat penguasaan mahasiswa yang diremedial tercapai karena tingkat penguasaan dari 37,50 % (pre-test) menjadi 45,83 % (post-test) dan menjadi 50,0 % (post post-test).

Saran

1. Upaya perbaikan dan penyempurnaan implementasi standar operasi prosedur yang tepat untuk menjelaskan 14 buah materi pertemuan Teknik Penyehatan berupa penelitian lanjutan, forum diskusi kelompok dan lokakarya perlu dilakukan di masa yang akan datang agar beberapa kriteria keberhasilan penelitian pengembangan kegiatan pembelajaran Teknik Penyehatan dapat tercapai sepenuhnya sesuai dengan harapan semua pihak yang terkait.
2. Upaya perbaikan dan penyempurnaan implementasi model eksplanatoris yang tepat untuk menjelaskan 14 buah materi pertemuan Teknik Penyehatan berupa penelitian lanjutan, forum diskusi kelompok dan lokakarya perlu dilakukan di masa yang akan datang agar beberapa kriteria keberhasilan penelitian pengembangan kegiatan pembelajaran Teknik Penyehatan dapat tercapai sepenuhnya sesuai dengan harapan semua pihak yang terkait.

3. Upaya perbaikan dan penyempurnaan implementasi model eksplanatoris yang tepat untuk menjelaskan materi-materi berbentuk aplikasi perhitungan Teknik Penyehatan yang prosedural, praktis, cepat dan tepat berupa penelitian lanjutan, forum diskusi kelompok dan lokakarya perlu dilakukan di masa yang akan datang agar beberapa kriteria keberhasilan penelitian pengembangan kegiatan pembelajaran Teknik Penyehatan dapat tercapai sepenuhnya sesuai dengan harapan semua pihak yang terkait.
4. Kriteria keberhasilan yang dicapai dalam penelitian, yaitu :
 - a. Bimbingan khusus terhadap mahasiswa yang prestasi belajarnya terendah (50,00 %) perlu dilakukan oleh dosen penanggung jawab agar dapat diidentifikasi kesulitan belajar Teknik Penyehatan berasal dari faktor eksternal (lingkungan) atau faktor internal dari dalam diri mahasiswa yang bersangkutan (1 orang mahasiswa).
 - b. Apresiasi untuk mahasiswa dengan prestasi belajar tertinggi (89,58 %) selayaknya diberikan agar mahasiswa yang bersangkutan lebih merasa diakui keberadaannya dan mahasiswa yang lain termotivasi untuk berprestasi lebih baik lagi.
 - c. Penilaian acuan patokan setelah implementasi model eksplanatoris pembelajaran Teknik Penyehatan selayaknya tetap digunakan agar kualitas tingkat pemahaman mahasiswa dalam mata kuliah Teknik Penyehatan tetap dapat dipertahankan untuk masa-masa yang akan datang dengan kelompok mahasiswa pendidikan teknik sipil yang berbeda.
 - d. Kuantitas perbaikan tingkat pemahaman jumlah mahasiswa dalam mata kuliah Teknik Penyehatan selayaknya jangan hanya dijadikan satu-satunya indikator tingkat keberhasilan pengembangan model eksplanatoris Teknik Penyehatan, tetapi juga harus mempertimbangkan kualitas perbaikan tingkat pemahaman para mahasiswa pendidikan teknik sipil dalam mata kuliah Teknik Penyehatan.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, M. 1985. Strategi Belajar Mengajar. FIP IKIP Bandung.

American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association. Washington DC. USA.

Amien, M. 1992. Studi Tipologi Kabupaten. Direktorat Tata Kota dan Tata Daerah, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum. Ujung Pandang.

Cartledge, B. 1996. Transport and the Environment. Oxford University Press. New York. USA.

Cohn, L.F. and G.R. McVoy. 1982. Environmental Analysis of Transportation Systems. John Wiley and Sons. Canada.

Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2003. Informasi Produk Pengaturan Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah dalam Pelaksanaan Otonomi Daerah. Sekretariat Jenderal Depkimpraswil. Jakarta.

Hardjowigeno, S., Widiatmaka dan A.S. Yogaswara. 1999. Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tata Guna Tanah. Jurusan Tanah, Faperta IPB. Bogor.

Jeffers, N.R. John. 1978. *An Introduction to System Analysis : with Ecological applications*. Edward Arnold, London, Great Britain.

Jurusan Pendidikan Teknik Sipil FPTK UPI Bandung. 2007. Kurikulum Jurusan Pendidikan Teknik Sipil FPTK UPI Bandung. UPI Bandung.

Karyadi, B. 2006. Konsep Dasar dan Karakteristik Penelitian untuk Peningkatan Kualitas Pembelajaran (PPKP). Direktorat Ketenagaan Dirjen Dikti Depdiknas Jakarta.

Masri, R.M. 2007. Kajian Perubahan Lingkungan di Zona Buruk untuk Lahan Perumahan (Studi Kasus : Kawasan Bandung Utara). Institut Pertanian Bogor.

Muhammadi, E. Aminullah dan B. Soesilo. 2001. Analisis Sistem Dinamis (Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen). Penerbit UMJ Press. Jakarta.

Purwaamijaya, I.M. 2005. Pola Perubahan Lingkungan yang Disebabkan oleh Prasarana dan Sarana Jalan (Studi Kasus : Jalan Soekarno-Hatta di Kota Bandung Jawa Barat. Institut Pertanian Bogor.

Soenarto. 2006. Metodologi Penelitian Pengembangan untuk Peningkatan Kualitas Pembelajaran (*Research Methodology to The Improvement of Instruction*). Direktorat Ketenagaan Dirjen Dikti Depdiknas Jakarta.