

Pembelajaran Berbasis Riset pada Kuliah Fisika Dasar di ITB sebagai Sebuah Contoh Pendidikan STEM

Triyanta^{1,a)}

¹Laboratorium Fisika Teoretik (Afiliasi Penulis Pertama),
Kelompok Keilmuan Fisika Teoretik Energi Tinggi dan Instrumentasi,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

^{a)} triyanta@fi.itb.ac.id

Abstrak

Pembelajaran Berbasis Riset (Research Based Learning-RBL) dikembangkan Jurusan Fisika FMIPA-ITB ketika Jurusan Fisika ITB sedang melaksanakan hibah kompetitif PHK B dan kemudian diimplementasikan sejak tahun 2006 sampai sekarang pada sejumlah matakuliah wajib Program Sarjana Fisika ITB dan pada matakuliah Fisika Dasar 1 dan 2 Program Tahap Persiapan Bersama ITB. RBL dikembangkan dengan maksud untuk mengembangkan “soft skills” mahasiswa dan memperkenalkan kegiatan riset lebih dini kepada mahasiswa. Pelaksanaan RBL bervariasi disesuaikan dengan karakteristik matakuliah. Pada matakuliah Fisika Dasar, RBL dilaksanakan dalam bentuk “hands on activities”. Di lain pihak pada awal tahun 2000-an, hampir bersamaan dengan masa pengembangan RBL, Amerika Serikat memperkenalkan STEM (Science Technology Engineering Mathematics) Education dengan tujuan untuk menarik minat lebih banyak siswa terhadap bidang STEM dan dengan harapan nantinya mereka meniti karir pada bidang STEM. Pendidikan STEM bersifat multidisiplin dan dilaksanakan secara “hands on”. Pada makalah ini akan disampaikan konsep-konsep dasar RBL dan Pendidikan STEM, penerapan RBL pada matakuliah Fisika Dasar, dan analisis apakah RBL pada Fisika Dasar sebagai sebuah contoh penerapan Pendidikan STEM.

Kata-kata kunci: Pembelajaran berbasis riset, Pendidikan STEM, kuliah fisika dasar

PENDAHULUAN

Untuk meningkatkan daya saing lulusan pendidikan sarjana di Indonesia, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi pada Kementerian Pendidikan Nasional meluncurkan sejumlah hibah yang bersifat kompetitif pada tahun 1997, di antaranya adalah hibah kompetitif bagi program-program studi sarjana yang dinamakan QUE (*Quality for Undergraduate Education*) project. Proyek ini didukung oleh Bank Dunia [1]. Jurusan Fisika ITB termasuk di antara enam belas program studi yang memenangkan QUE project angkatan pertama. Bagi Jurusan Fisika ITB, proyek yang bernilai 2 juta dollar Amerika Serikat dan berdurasi 5 tahun tersebut (1998-2002) dimanfaatkan untuk meningkatkan kesadaran (awareness) sivitas akademika akan pentingnya dan perlunya pendidikan yang bermutu. Anggaran yang disediakan tersebut dimanfaatkan untuk meningkatkan fasilitas laboratorium dan perpustakaan, renovasi gedung, pengiriman dosen untuk studi lanjut, dan lain-lain dan dirangkum dalam lima tujuan pokok yang dinamakan RAISE (*Relevance, Academic atmosphere, Internal management and organization, Sustainability, Efficiency and productivity*). Mahasiswa (sarjana dan pascasarjana) dan dosen sangat terbantu dengan ketersediaan buku dan jurnal terkini yang pada masa tersebut belum tersedia akses internet. Sarana praktikum dan penelitian menjadi lebih baik. Pada akhir masa pelaksanaan proyek QUE, Jurusan Fisika mengajukan program Hibah Kompetisi B dan memenangkan hibah pada kesempatan (angkatan) kedua. Hibah pada kesempatan pertama gagal diperoleh karena keinginan untuk meningkatkan mutu program pascasarjana melalui PHK B tidak sejalan dengan program Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi yang masih menitikberatkan pada peningkatan mutu pendidikan sarjana, seperti pada QUE. Jurusan Fisika menjalankan PHK B selama tiga tahun (2004-2006) dengan tujuan meningkatkan kegiatan kemahasiswaan dan kegiatan penelitian mahasiswa program sarjana. Dengan tema ini maka PHK B dapat dimanfaatkan pula untuk meningkatkan mutu program pascasarjana. Melalui PHK B kegiatan pengajaran dan penelitian dicoba untuk lebih disinergikan atau lebih ditonjolkan bila sinergi telah berlangsung. Pada masa tersebut dikembangkan proses-proses perkuliahan yang dapat membantu terjadinya pengembangan sikap mahasiswa, terutama sikap-sikap yang dapat mendukung

seseorang untuk melakukan kegiatan-kegiatan seperti penelitian. Ini dipandang penting karena sikap-sikap semacam ini akan bermanfaat bagi lulusan di dunia kerja. Pengalaman dalam PHK B tersebut kemudian memunculkan ide pendekatan pembelajaran berbasis penelitian, Research Based Learning (RBL) dalam perkuliahan. RBL dilaksanakan mulai tahun 2006.

RBL DI JURUSAN FISIKA ITB

Komisi Boyer [2] menyampaikan kritik sekaligus saran terhadap pelaksanaan pembelajaran program sarjana di universitas-universitas riset di Amerika Serikat. Universitas-universitas yang bercirikan “research oriented” dengan jumlah lulusan S3 yang banyak dan alokasi anggaran penelitian besar tersebut dikritik kurang memperhatikan pendidikan sarjananya. Mereka kurang melibatkan staf-staf yang aktif meneliti dalam perkuliahan program sarjananya. Oleh karena itu budaya yang terbentuk pada program sarjana adalah budaya penerima, yaitu kebiasaan-kebiasaan mendengar menyerap dan mengulang konsep-konsep dan prinsip-prinsip, bukan budaya inkuiri [2]. Budaya inkuiri, yang mencakup antara lain sikap rasa ingin tahu, jujur, gigih, kebiasaan bekerjasama dan berkomunikasi, adalah budayanya peneliti yang juga diperlukan dalam dunia pekerjaan. Untuk mengubah budaya penerima ke budaya inkuiri tersebut Komisi kemudian menyampaikan sejumlah saran untuk pendidikan sarjana. Salah satunya adalah saran untuk menerapkan pembelajaran berbasis riset secara terstruktur, dimulai dari tingkat satu program sarjana. Rekomendasi Komisi Boyer tersebut kemudian mendorong sejumlah perguruan tinggi untuk mengembangkan RBL bagi program sarjananya, di antaranya adalah Universitas Delaware [3], Warwick [4,5], dan Universitas California di Berkeley [5,6]. Jurusan Fisika ITB kemudian juga mengembangkan RBL-nya [5,7]. Uraian tentang RBL berikut ini didasarkan atas acuan [5].

Konsep dan Prasyarat

RBL pada dasarnya merupakan pembelajaran dengan memasukkan mahasiswa ke dalam budaya inkuiri (rasa ingin tahu) dan budaya riset. Ini hanya bisa dilakukan apabila mahasiswa berada di dalam lingkungan budaya tersebut. Artinya prasyarat agar RBL dapat dilaksanakan adalah dosen-dosennya aktif melakukan kegiatan riset, selain mengajar, di mana karya-karyanya dipublikasikan dalam jurnal-jurnal internasional bereputasi. Tentunya dukungan fasilitas riset dan dana riset yang memadai harus ada pula. Pada program studi yang menerapkan RBL pembelajaran tidak lagi sepenuhnya bersifat konvensional tetapi diperkaya dengan proses-proses pembelajaran yang bersifat pengembangan dan penyelidikan. Dengan demikian para lulusan diharapkan memiliki kemampuan-kemampuan atau sifat-sifat yang relevan dengan yang diperlukan di dunia kerja seperti sifat kemandirian, kemampuan berpikir kritis dan kreatif, serta kemampuan berkomunikasi yang baik. Agar RBL berlangsung maka kurikulum harus dibangun sehingga tahap-tahap penelitian berikut terintegrasi dalam proses pembelajaran mahasiswa:

- Pengumpulan informasi berbasis inkuiri untuk suatu topik
- Identifikasi dan perumusan masalah baru berdasarkan studi literatur atau kegiatan eksperimen
- Usulan rencana kerja untuk memecahkan sebuah masalah atau ide baru pengukuran atau komputasi
- Memecahkan masalah.

Implementasinya dapat dilakukan di semua matakuliah, baik kuliah yang bersifat klasikal, laboratorium, maupun kuliah mandiri seperti skripsi (tugas akhir). Acuan [5] hanya menyebutkan tiga tahap penelitian, yaitu tiga butir pertama, karena butir keempat secara implisit masuk dalam butir ketiga. Di sini butir memecahkan masalah dituliskan secara eksplisit agar dipahami bahwa mahasiswa tidak cukup hanya sampai pada kemampuan mengusulkan rencana kerja saja, tetapi sampai pada tahap kemampuan menyelesaikan masalah.

Tahapan RBL dalam Kurikulum Fisika ITB

Dengan ciri khasnya yang bervariasi maka pembelajaran untuk setiap matakuliah umumnya tidak dapat memasukkan semua tahapan penelitian. Pada kebanyakan matakuliah-matakuliah wajib tahun pertama dan kedua kita hanya bisa memasukkan tahap awal penelitian saja sedangkan pada matakuliah tugas akhir (skripsi) semua tahap penelitian tercakup. Oleh karena itu dalam lingkup kurikulum RBL dapat dikelompokkan dalam Paparan (*exposure*), Pengalaman (*Experience*), dan Paripurna (*Capstone*). Tahap Paparan berlangsung pada matakuliah-matakuliah tahun pertama dan kedua yang materinya berupa konsep-konsep dan prinsip-prinsip dasar fisika (untuk program studi fisika) dan piranti-piranti pendukung analitis dan teknis. Tahap Pengalaman berlangsung pada matakuliah-matakuliah tahun ketiga dan keempat yang materinya berupa konsep-konsep dan prinsip-prinsip fisika yang *advanced* (lanjut) maupun pada matakuliah-matakuliah yang bersifat khusus seperti studi mandiri. Selanjutnya, matakuliah skripsi (tugas akhir) dan beberapa matakuliah lain yang seperti studi mandiri membawa

mahasiswa pada kemampuan tahap Paripurna penelitian. Perlu dicatat bahwa pengelompokan matakuliah tersebut tidak kaku karena dimungkinkan suatu matakuliah tahun kedua dapat mengakomodasi tahap Pengalaman dan suatu matakuliah tahap ketiga berisi konsep-konsep dasar. Uraian rinci untuk setiap tahap penelitian atau tahap RBL dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Tahapan RBL dalam Kurikulum Fisika ITB

Tahap	Paparan	Pengalaman	Paripurna
	Tahap inkuiri	Mengalami kegiatan penelitian <i>hands-on</i> di bawah bimbingan seorang dosen	Mengembangkan penelitian atau pertanyaan-pertanyaan kreatif untuk memulai penyelidikan dan terlibat dalam kegiatan penelitian dosen
Tujuan	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan pemahaman proses mendapatkan pengetahuan • Memberikan pemahaman konsep-konsep dan prinsip-prinsip dasar fisika • Memberikan kemampuan mencari informasi (mis. studi literatur) 	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan pemahaman konsep-konsep dan prinsip-prinsip fisika yang <i>advanced</i> • Memberikan kemampuan-kemampuan untuk meneliti (mis. memformulasi masalah, memproses dan menganalisis data, mendisain eksperimen) 	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan pengalaman meneliti dengan derajat kemandirian yang tinggi dan terlibat secara aktif dengan penelitian dosen • Memberikan kesempatan mempresentasikan hasil penelitiannya dalam masyarakat ilmiah

RBL pada Perkuliahan di Kelas dan di Laboratorium

Selain berisi kegiatan-kegiatan pembelajaran biasa seperti pemberian materi kuliah, pekerjaan rumah, dan ujian, kelas yang menerapkan RBL memberikan tugas berbasis riset, tugas membuat laporan dan presentasi. Tugas berbasis riset diberikan setelah ujian tengah semester, sekitar minggu perkuliahan ke 9 untuk dikerjakan selama sekitar empat minggu. Selama proses pengerjaannya mahasiswa bisa berkonsultasi dengan dosen kelas. Penyampaian laporan tertulis dan presentasi tugas RBL dilakukan pada dua minggu terakhir masa perkuliahan.

Untuk matakuliah praktikum yang menerapkan RBL, kegiatan praktikum meliputi praktikum-praktikum yang dilaksanakan secara terarah yaitu kegiatan praktikum dengan prosedur yang relatif rinci (*recipe experiment*) dan paling sedikit sebuah praktikum yang bersifat terbuka (*open ended/real experiment*). Pada modul praktikum terbuka terdapat daftar peralatan namun tidak terdapat petunjuk percobaan yang rinci. Di sini mahasiswa diminta untuk menyusun sendiri prosedur praktikumnya dan kemudian melakukan praktikum. Asisten praktikum berperan sebagai fasilitator. Seperti pada pelaksanaan RBL di kelas, di sini mahasiswa juga harus membuat laporan dan mempresentasikan laporan kegiatannya.

PELAKSANAAN RBL MATAKULIAH FISIKA DASAR

Di ITB matakuliah Fisika Dasar 1 dan Fisika Dasar 2 (masing-masing dengan varian A dan B) diberikan berturut-turut pada semester 1 dan 2 (tahun pertama) program sarjana. Setiap semester Jurusan Fisika membuka sekitar 35 kelas Fisika Dasar untuk melayani sekitar 3000 mahasiswa. Jumlah mahasiswa per kelas rata-rata sekitar 80 mahasiswa dan jumlah dosen yang terlibat sekitar 30 dosen. Dengan jumlah kelas paralel yang banyak penyelenggaraan perkuliahan dilakukan secara berkoordinasi di bawah seorang koordinator. Pekerjaan rumah, tugas RBL, dan ujian diselenggarakan bersama-sama. Garis besar pelaksanaan matakuliah Fisika Dasar dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 2. Rincian pelaksanaan Perkuliahan Fisika Dasar dengan pendekatan RBL

Proses pembelajaran	Peran dosen	Peran mahasiswa	Kompetensi yang diharapkan	Asesmen
Pengantar dan tes awal (1 minggu)	Gambaran umum silabus Penjelasan desain kuliah dan kompetensi yang diharapkan, dan proses evaluasi			
Kuliah dengan materi kompetensi inti (11 minggu)	Penjelasan konsep-konsep pokok dan hubungan antar konsep fisika dasar, pemberian kuis dan pekerjaan rumah	Aktif dalam perkuliahan dan mengerjakan semua tugas yang diberikan dosen Memperdalam pemahaman dengan memanfaatkan sumber-sumber informasi lain	Memahami dan mampu mengaplikasikan konsep-konsep dan prinsip-prinsip pokok fisika dasar Mampu bekerja dalam sebuah tim	Pekerjaan rumah dan kuis
Tugas RBL (4 minggu)	Dosen-dosen Fisika Dasar secara bersama-sama (di bawah koordinasi sebuah tim kecil) menentukan topik RBL dan menyusun tugas RBL untuk mahasiswa Fasilitator	Mengerjakan tugas RBL yang mencakup studi pustaka, perumusan masalah, menentukan proses pemecahan masalah, dan membuat laporan.	Mampu merumuskan masalah Mampu mendapatkan informasi tambahan Mampu berpikir kritis dan kreatif Mampu bekerjasama di dalam sebuah tim	Asesmen didasarkan atas laporan dan produk tugas serta aktivitas mahasiswa
Presentasi RBL (termasuk dalam 4 minggu Tugas RBL)	Moderator Mengevaluasi pemahaman mahasiswa terhadap tugas/proyek RBL	Partisipan Memberikan pendapat terhadap presentasi mahasiswa/tim lain	Dapat berkomunikasi secara lisan di dalam sebuah presentasi	Kemampuan presentasi
Laporan Tugas RBL (termasuk dalam 4 minggu Tugas RBL)	Fasilitator	Membuat laporan	Mampu menulis laporan ilmiah	Laporan tugas

Pelaksanaan kegiatan RBL pada matakuliah Fisika Dasar terdiri atas persiapan, pelaksanaan, dan penilaian dengan uraian dapat dilihat pada subbagian-subbagian berikut.

Persiapan

Persiapan dilakukan sejak awal semester berjalan. Koordinator matakuliah Fisika Dasar membentuk sebuah tim kecil yang terdiri atas beberapa (sekitar lima) dosen yang pada semester tersebut mendapat tugas mengajar matakuliah Fisika Dasar. Tugas utamanya adalah menentukan topik permasalahan, menyusun petunjuk pelaksanaan bagi mahasiswa, dan menyusun rubrik penilaian. Sejauh ini RBL pada matakuliah Fisika Dasar bersifat *hands-on*, yaitu mahasiswa diminta untuk merancang dan membuat sebuah piranti sederhana. Topik permasalahan yang ditetapkan harus berkaitan dengan konsep-konsep dan prinsip-prinsip fisika yang diajarkan di kelas. Petunjuk pelaksanaan di antaranya berisi tentang Batasan jumlah mahasiswa per grup, biaya maksimum yang diperkenankan untuk membangun piranti RBL, dan ukuran geometri piranti. Rubrik penilaian mencakup berbagai aspek seperti pemahaman konsep, pembagian tugas setiap anggota grup, orisinalitas dan kehandalan piranti.

Pelaksanaan

Informasi kegiatan RBL, berupa topik permasalahan dan petunjuk pelaksanaan, disampaikan kepada mahasiswa pada pertengahan semester, sehabis ujian tengah semester. Dosen menetapkan sekitar 10 grup RBL di kelasnya. Selanjutnya setiap grup diberi waktu sekitar 4 minggu untuk menyelesaikan tugas RBL-nya. Yang dilakukan mahasiswa selama sebulan tersebut adalah melakukan studi pustaka, merancang desain piranti, membangun piranti, melakukan uji coba dan perbaikan piranti, membuat laporan tertulis, dan menyampaikan presentasi, termasuk menyampaikan unjuk kerja piranti, di kelas di depan grup-grup lainnya. Bergantung dari topik RBL-nya, kompetisi piranti terbaik antar kelas dapat dilakukan. Semua proses yang dilalui mahasiswa tersebut meningkatkan atau membangun beberapa hal berikut ini

- Pemahaman konsep yang terkait dengan topik RBL
- Ketertarikan pada fisika dan sains pada umumnya
- Kesadaran akan pentingnya fisika dan sains pada umumnya
- Kemampuan mencari informasi
- Kreativitas
- Kemampuan merancang
- Bekerja sama dalam kelompok
- Berkomunikasi

Penilaian

Penilaian hasil tugas RBL mahasiswa dilakukan pada tahap akhir, yaitu di dua minggu terakhir. Pada periode ini setiap kelompok RBL menyerahkan laporan tertulis dan mempresentasikannya di kelas, serta menyerahkan piranti tugas RBL-nya kepada dosen kelas. Itu semua menjadi bahan penilaian dosen terhadap tugas RBL mahasiswa. Nilai yang didapatkan menjadi salah satu komponen penilaian dosen terhadap mahasiswa untuk matakuliah Fisika Dasar. Hasil penilaian dapat pula dimanfaatkan untuk mengevaluasi tugas RBL secara keseluruhan untuk menjadi bahan masukan untuk perbaikan penyelenggaraan RBL pada tahun-tahun yang akan datang.

PENDIDIKAN STEM

Istilah Pendidikan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) muncul pertama kali di Amerika Serikat pada awal tahun 2000-an, sebelumnya dinamakan SMET, sebagai sebuah bentuk jawaban atas kenyataan yang terjadi di Amerika Serikat (dan di negara-negara lain khususnya yang kemudian mengadopsi pendidikan STEM) bahwa (1) terjadi ketidaksesuaian (gap) antara pendidikan matapelajaran-matapelajaran STEM dengan keterampilan yang diperlukan di dunia kerja [8-12] seperti komunikasi lisan dan tertulis, manajemen proyek, pemecahan masalah, kemampuan berpikir kritis, dan kemampuan interpersonal [8,9,12]; (2) lapangan pekerjaan bidang STEM bertambah sedangkan siswa yang tertarik bidang STEM sedikit [13]. Sejak itu perhatian pada peningkatan Pendidikan STEM meluas sampai ke sejumlah negara-negara lain karena pendidikan STEM dipandang dapat menjawab tantangan ekonomi [14-16]. Di Indonesia Pendidikan STEM diperkenalkan oleh SEAMEO Centre for QITEP in Science sejak 2013 melalui pelatihan guru dan kepala sekolah, serta kegiatan forum-forum kebijakan [17].

Sebelum Pendidikan STEM diperkenalkan, pembelajaran suatu disiplin ilmu terpisah dengan pembelajaran disiplin ilmu yang lain. Maka matapelajaran-matapelajaran STEM terpisah dengan seni, kreativitas, dan desain [18]. Pendidikan STEM dimaksudkan untuk mengintegrasikan pendidikan sains dan matematika dengan teknologi dan rekayasa [18-20]. Sanders [21] mendefinisikan pendidikan STEM sebagai sebuah pendekatan yang mengintegrasikan pembelajaran dua atau lebih matapelajaran-matapelajaran STEM atau antara satu matapelajaran STEM dengan satu atau lebih matapelajaran non-STEM. Pembelajaran STEM yang mengombinasikan beberapa atau semua matapelajaran STEM diadakan di sebuah kelas dalam satu pelajaran berdasarkan koneksi antara mata-matapelajaran dan dunia real [22]. Kelley dan Knowles [19] mendefinisikan pendidikan STEM sebagai sebuah pendekatan pengajaran isi STEM dari dua atau lebih domain STEM yang diikat oleh praktek-praktek STEM di dalam sebuah konteks yang otentik dengan maksud untuk meningkatkan pembelajaran siswa. Pada kurikulum berbasis pendidikan STEM tujuan pembelajaran sebuah matapelajaran (sebagian) dapat dicapai melalui konteks yang berasal dari matapelajaran lain [22].

Uraian di atas menunjukkan sejumlah karakteristik dari pendidikan STEM, seperti multidisipliner, berkaitan dengan isu real, dan membangun keterampilan abad 21. Anne Jolly [23] merangkum pelajaran STEM dalam enam butir pokok sebagai berikut:

- K1. fokus pada isu atau masalah nyata
- K2. kegiatan bersifat inkuiri, *hands-on*, dan *open-ended*
- K3. dikembangkan melalui proses perancangan rekayasa (*engineering design processes*)
- K4. menerapkan sains dan matematika
- K5. memungkinkan jawaban jamak dan memperbaiki kegagalan sebagai bagian penting dari pembelajaran
- K6. membangun kemampuan bekerjasama

Butir-butir di atas akan dimanfaatkan untuk mengidentifikasi sifat STEM pada RBL Fisika Dasar. Pada dasarnya K5 terkait dengan K2.

APAKAH PENDEKATAN RBL PADA KULIAH FISIKA DASAR SAMA DENGAN PENDEKATAN STEM?

Untuk menjawab pertanyaan di atas kita akan tinjau satu contoh kegiatan RBL Fisika Dasar. Ini sudah dapat mewakili gambaran kegiatan RBL karena contoh-contoh yang lain mengandung proses-proses pembelajaran yang sama. Kita ambil contoh kegiatan RBL Semester 2 tahun akademik 2010-2011. Topik bahasan RBL adalah yang merupakan salah satu materi Fisika Dasar 2. Kapasitor merupakan salah satu topik penting dalam dunia kelistrikan. Masalah utama yang berkaitan dengan kapasitor adalah bagaimana kita bisa menampung sebanyak mungkin muatan listrik. Dalam RBL ini pernyataan masalahnya adalah bagaimana membuat kapasitor dengan kapasitansi yang besar dalam batasan-batasan geometris dan ekonomis tertentu. Konsep-konsep dan prinsip-prinsip dasar yang tercakup adan medan dan gaya listrik, potensial listrik, muatan listrik, daya listrik, kapasitansi, sifat listrik bahan, hukum kekekalan, hukum Ohm, dan lain-lain. Konsep matematika yang terkandung antara lain adalah, diferensial dan integral dan persamaan diferensial. Dalam kegiatannya mahasiswa dikelompokkan dalam kelompok-kelompok kecil. Masing-masing kelompok mencoba menyelesaikan tugas membangun kapasitor dengan daya tampung muatan sebesar mungkin melalui kegiatan studi pustaka, diskusi mencari alternatif jawaban, merancang desain kapasitor, membangun kapasitor, menguji/mengukur kapasitansi, memperbaiki rancangan untuk mendapatkan kapasitansi yang lebih baik, menulis laporan dan mempresentasikan hasil rancang bangun kapasitor. Tabel berikut menggambarkan kegiatan RBL mahasiswa dengan topik kapasitor berikut identifikasi karakteristik-karakteristik pendidikan STEM yang terkandung di dalamnya.

Tabel 3. Kegiatan RBL Kapasitor pada kuliah Fisika Dasar dan identifikasi pendidikan STEM yang terkandung di dalamnya

No	Kegiatan Mahasiswa	Karakteristik Pendidikan STEM					
		K1	K2	K3	K4	K5	K6
1	Mempelajari isu/permasalahan yang diberikan	V					
2	Mendiskusikan rencana kegiatan RBL dalam kelompoknya						V
3	Melakukan studi pustaka						
4	Mencari alternatif rancangan kapasitor		V		V	V	
5	Merancang kapasitor		V	V	V		
6	Mengumpulkan bahan dan alat untuk membangun kapasitor dengan memperhatikan batasn-batasan yang diberikan			V	V		
7	Membangun kapasitor		V	V	V		
8	Mengukur kapasitansi kapasitor hasil rancangannya		V	V	V		
9	Memperbaiki rancangan		V	V	V	V	
10	Mengukur kembali kapasitansi kapasitor		V	V	V		
11	Menuliskan laporan hasil rancangannya						V
12	Mempresentasikan dan mendemonstrasikan hasil rancangannya						V

Berdasarkan table di atas tampak bahwa semua karakteristik Pendidikan STEP terkandung di dalam proses pembelajaran RBL. Dengan demikian pendekatan RBL pada matakuliah Fisika Dasar di Jurusan Fisika ITB juga merupakan pendekatan Pendidikan STEM.

SIMPULAN

RBL dikembangkan oleh Jurusan Fisika ITB sebagai bagian dari usaha peningkatan mutu pendidikan di Jurusan Fisika ITB. Dengan RBL mahasiswa diharapkan memiliki sikap-sikap seperti seorang ilmuwan yang sesuai dengan kebutuhan lapangan kerja abad 21. RBL diimplementasikan di Jurusan Fisika ITB untuk perkuliahan di dalam kelas maupun di dalam laboratorium. Variasi penerapan RBL dapat berlangsung sesuai dengan karakteristik matakuliah. Di lain pihak, telah diuraikan latar belakang dan pengertian pendidikan STEM, suatu pendekatan pembelajaran yang bersifat multidisipliner yang dipandang mampu membantu mengatasi persoalan ekonomi pada abad ke 21. Kesamaan tujuan dasar antara RBL dan pendidikan STEM membawa kita pada pertanyaan tentang apakah RBL sama dengan pendekatan STEM. Analisis untuk kasus penerapan RBL pada Fisika Dasar telah dilakukan. Dan hasilnya adalah bahwa RBL yang diterapkan pada matakuliah Fisika Dasar di ITB tidak lain adalah pendekatan Pendidikan STEM. Dengan kata lain, pendidikan STEM telah diterapkan di ITB dua atau tiga tahun sejak Pendidikan STEM lahir (Meskipun dengan istilah RBL bukan STEM). Perlu dicatat bahwa, karena penerapan RBL bervariasi antara satu matakuliah dengan matakuliah lain, maka kesimpulan tersebut tidak terjamin berlaku untuk matakuliah-matakuliah lain.

REFERENSI

- World Bank. *Indonesia - Quality of Undergraduate Education (QUE) (English)*. Washington, DC: World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/524351468752377012/Indonesia-Quality-of-Undergraduate-Education-QUE> (1997).
- The Boyer Commission on Educating Undergraduates, *Reinventing Undergraduate Education: A Blueprint for America's Research Universities*. naples.cc.sunysb.edu/Pres/boyer.nsf/ (1998)
- White, H.B., *Problem-based learning and undergraduate research*. *Biochemistry And Molecular Biology Education* Vol. 32, No. 1, p. 49, (2004).
- Warwick Learning and Development Centre, *Research-Based Learning*. (warwick.ac.uk/services/ldc/resource/rbl/whatis/).
- Arifin, P., Bijaksana, S., Haryono, S., Haryanto, F., Iskandar, A.A., Sutarno, D., Sutrisno, W. and Waris, A., *Research Based Learning (RBL) model: A novel approach in Indonesian university's education system*, Department of Physics Institut Teknologi Bandung (2006)
- Elizabeth Berkes, *Undergraduate Research participation at the University of California, Berkeley*, Research & Occasional Paper Series: CSHE.17.08, <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED503339.pdf> (2008)
- Iskandar, A.A., Waris, A., Srigutomo, W., Sutrisno, W., Haryanto, F., Bijaksana, S., Sutarno, D., Triyanta, -, and Arifin, P., *Research Based Learning (RBL) model: A novel approach in Indonesian university's education system*, Southeast Asian Association for Institutional Research (SEAAIR 2005), Bali, Indonesia (2005)
- Lu, M.-T., Chung, C.-W., and Wang, P., *Knowledge and skills of US graduates: A Hongkong perspective*. *The Journal of Computer Information Systems*, 39(2), 40-47 (1998)
- Hung-Lian, T., Lee, S., and Koh, S. *Educational gaps as perceived by IS educators: A survey of knowledge and skills requirement*. *The Journal of Computer Information Systems*, 41(2), 76 (2000)
- Lee, S. and Fang, X., *Perception Gaps about Skills Requirement for Entry-Level IS Professionals between recruiters and students: An exploratory study*. *Information Resources Management Journal*, 21(3), 39-63 (2009)
- Meier, R.L., Williams, M.R., and Humphreys M.A., *Refocusing our reports: Assessing non-technical competency gaps*. *Journal of Engineering Education* 89(3), 377-385 (2000)
- Hyewon, J., *Identifying 21st century STEM competencies using workplace data*. *Journal of Science Education and Technology* 25(2), 284-301 (2016)
- Thomas, B., Watters, J., *Perspectives on Australian, Indian, and Malaysian approaches to STEM education*, *International Journal on Educational Development*, 45, 42-53 (2015)
- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., and Roberts, K., *STEM: Country comparison*. Melbourne: Australian Council of Learned Academies (2013)
- National Academy of Engineering and Nation Research Council [NAE and NAC]. *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington: National Academies Press (2014)
- English, L., *STEM education K-12: Perspectives on integration*. *International Journal of STEM Education*, 3(3), 1-8 (2016)
- Triyanta, *SEAQIS experience in STEM education*, 3RD INTERNATIONAL SCIENCE, MATHEMATICS AND TECHNOLOGY EDUCATION CONFERENCE, ISMTEC 2016, October 21-22, at Bangkok (2016)

- Hochlander, G. and Yanofsky, D., *Making STEM real: By infusing core academic with rigorous real-world work, linked learning pathways prepare students for both college and career*. Educational Leadership 68(3), 60-65 (2011)
- Kelley, T.R. and Knowles, J.G., *A conceptual framework for integrated STEM education*. International Journal of STEM Education 3(11) (2016)
- Bybee, R. *Advancing STEM education: a 2020 vision*. Technology and Engineering Teacher, 70(1), 30-35 (2010)
- Sanders, M., *STEM, STEM Education, STEMmania*. The Technology Teacher 68(4), 20-26 (2009)
- Moore, T., Stohlman, M., Wang, H., Tank, K., Glancy, A., and Roehrig, G., *Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education*. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.) Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policies, and practices (pp 35-60) West Lafayette: Purdue University Press (2014)
- Jolly, A. *Six characteristics of a great STEM lesson*, CTQ Collaboratory, June 17, 2014 (<https://edweek.org/tm/articles/2014/06/17/ctq-jolly-stem.html>)