

# Pembelajaran Sains Berbasis Riset (*Research Based Learning/RBL*) di Perguruan Tinggi

Widayani

Kelompok Keilmuan Fisika Nuklir dan Biofisika,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,  
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

widayani@fi.itb.ac.id

## Abstrak

*Sains, khususnya Ilmu Pengetahuan Alam seperti Fisika, Kimia, dan Biologi; merupakan cabang-cabang ilmu pengetahuan yang tumbuh sejak lama, mengiringi pertumbuhan peradaban manusia. Sains dikembangkan melalui metode ilmiah, perkembangan sains hingga saat ini telah membawa pemahaman struktur sains yang relatif mapan. Meskipun demikian, sains dikembangkan terus menerus oleh para saintis di berbagai belahan dunia hingga pada saatnya kelak akan melengkapi khasanah sains saat ini dan diwariskan kepada generasi berikutnya. Sains juga diajarkan di sekolah-sekolah di seluruh dunia kepada generasi muda sejak kanak-kanak hingga remaja (usia SD hingga mahasiswa). Perkembangan teknologi dan sosial di masyarakat menuntut adanya perubahan dalam mengajarkan sains. Salah satu cara pembelajaran sains adalah dengan berbasis riset (*Research Based Learning /RBL*). RBL dikembangkan di beberapa Universitas di dunia dengan skema beragam, RBL di Program Studi Fisika ITB telah dikembangkan sejak 2005, yang dilaksanakan oleh dosen-dosennya yang aktif melakukan riset. Pelaksanaan RBL menuntut komitmen tinggi baik dari dosen maupun mahasiswa. Dengan RBL, selain materi pembelajaran dapat dipahami dengan lebih baik, juga diharapkan sikap-sikap positif peneliti pada umumnya dapat terlatih pada mahasiswa.*

*Kata-kata kunci: Sains, metode ilmiah, RBL*

## PENDAHULUAN

Salah satu definisi Sains (*Science*), adalah: “Studi yang sistematis tentang alam dan perilaku material dan dunia fisis berdasarkan: pengamatan, eksperimen dan pengukuran, dan formulasi dari hukum-hukum (alam) untuk menjelaskan fakta secara umum [1]. Saat ini dikenal ada dua kelompok *science*: *natural science* dan *social science*. Beberapa contoh cabang ilmu *natural science* adalah Fisika, Kimia dan Biologi. Di sisi lain, *social science* adalah pengetahuan yang terkait dengan kehidupan sosial masyarakat. Beberapa contoh cabang ilmu yang termasuk dalam *social science* adalah ilmu sosial, ekonomi, dan hukum. Lingkup Sains yang dimaksud dan dibahas pada tulisan ini adalah mengacu kepada *natural science* yang di Indonesia disebut Ilmu Pengetahuan Alam.

Sesuai dengan proses pengembangan sains yang berdasarkan metode ilmiah, maka sains memiliki beberapa karakter seperti: logis (dapat diterima oleh akal), universal (berlaku di berbagai pelosok dunia), bersifat terbuka (suatu kebenaran ilmiah dapat diperbaharui jika ada temuan baru yang dapat diterima secara ilmiah). Adapun kebenaran ilmiah diperoleh dengan pembuktian secara eksperimen. Jelaslah bahwa eksperimen memegang peran sangat penting dalam sains. Setiap pelaku pengembang sains (peneliti, dosen) perlu menyadari bahwa kebenaran ilmiah pada dasarnya tidak bersifat mutlak. Terkait dengan hal tersebut, maka diperlukan keluasan hati untuk mendengarkan masukan dan menghargai hasil studi peneliti lain.

Sebagai gambaran, berikut disampaikan dua buah contoh perubahan besar pada kebenaran ilmiah yang dianut oleh komunitas ilmiah pada jamannya. Contoh pertama adalah pemahaman mengenai pusat jagat raya [2]. Pada awalnya dipercaya bahwa pusat jagat raya adalah bumi (konsep geosentris), sesuai pemikiran dari seorang pemikir dari Mesir bernama Ptolemy. Pandangan ini nampak sesuai dengan pengalaman

manusia di muka bumi, di mana secara berkala mereka mengamati benda-benda angkasa seperti matahari dan bulan melintas di langit dari timur ke barat. Untuk kurun waktu yang lama, hamper selama 1500 tahun, manusia mengakui kebenaran pernyataan tersebut. Pada abad ke 16, seorang saintis Polandia, Copernicus, menyampaikan pandangan yang sangat berbeda, yaitu bahwa pusat jagat raya adalah matahari (heliosentris). Perubahan pandangan tentang pusat jagat raya ini pada awalnya tidak dapat diterima. Tycho Brahe (1546-1601) melakukan pengamatan terhadap posisi planet-planet selama 25 tahun. Data tersebut dipelajari oleh Kepler (1571-1630), yang menyimpulkan bahwa bumi bukanlah pusat jagat raya, dan orbit lintasan planet bukanlah lingkaran. Hingga akhirnya pada abad ke 17 seorang saintis Itali yang bernama Galileo Galilei (1564-1642) membuktikan kebenaran konsep heliosentris dengan eksperimen menggunakan teleskop. Hingga saat ini konsep heliosentris diterima oleh masyarakat dunia.

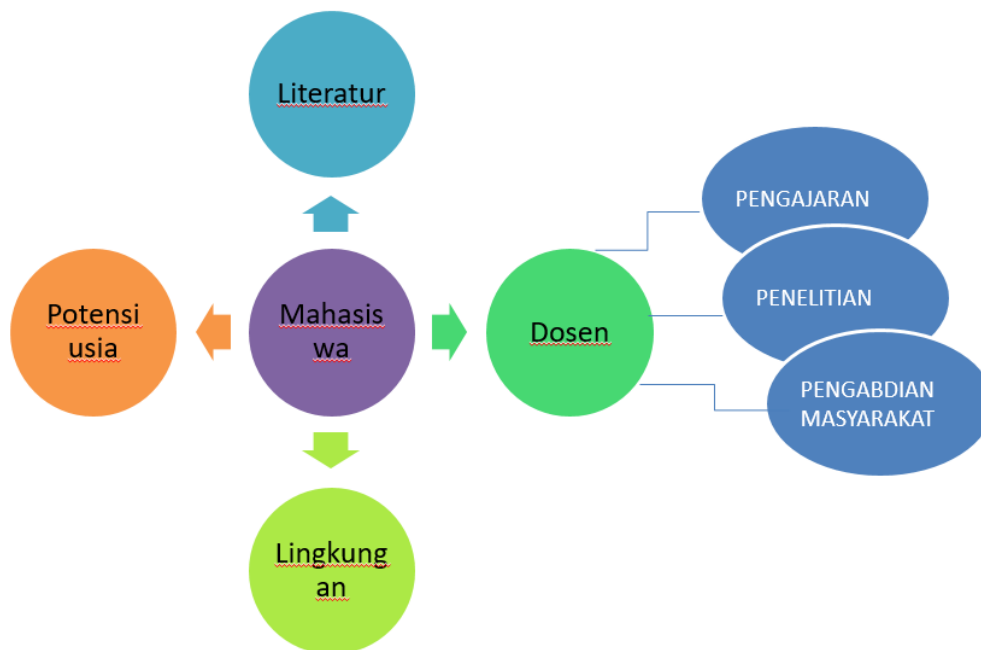
Contoh berikutnya adalah mengenai perkembangan model atom [3]. Tentu saja atom yang sangat kecil bagi ukuran kemampuan melihat pada mata manusia itu, wujudnya tidak dapat diamati oleh mata. Pada awalnya Dalton (1803) memodelkan bentuk atom seperti bola saja, dan menurut Dalton atom adalah bagian terkecil dari materi yang tak dapat terbagi menjadi bagian yang lebih kecil lagi. Model ini kemudian “diperbaiki” oleh Thomson (1856–1940) dengan mempertimbangkan adanya muatan negatif dan muatan positif yang diperoleh secara eksperimen. Model yang diusulkannya adalah model “kue kismis” di mana muatan positif dan negatif atom tersebar secara acak. Model ini kemudian disusul dengan model atom dari Rutherford (1911), yang diusulkan berdasarkan hasil eksperimen hamburan partikel alpha oleh atom emas. Pada model atom Rutherford, muatan positif bersifat massif dan berada di tengah atom, sementara muatan negatif mengelilingi atom. Model atom berikutnya adalah model atom Bohr (1885-1962). Perbedaannya dengan model atom Rutherford adalah bahwa elektron-elektron dalam mengelilingi atom berada pada orbit-orbit lingkaran. Dengan memasukkan penjelasan kuantum (tidak dibedakannya antara model partikel dan model gelombang), diperoleh tingkat energi atom yang diskrit. Model atom Bohr bersesuaian dengan banyak hasil eksperimen spektrum atom. Kedua contoh tersebut menunjukkan betapa pentingnya kedudukan eksperimen di dalam sains.

Keberadaan sains disadari atau tidak, ada di lingkungan kita. Masyarakat membutuhkan sains untuk hidupnya. Untuk kebutuhan mendasar seperti untuk memenuhi kebutuhan pangannya, pemahaman sains terkait boleh jadi diperoleh secara informal turun temurun, misalnya dalam mengelola lahan pertanian di pedesaan. Secara formal, sains diajarkan sekolah-sekolah di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Anak Indonesia sejak usia SD hingga SMA mendapat pelajaran sains di sekolahnya. Jelas bahwa upaya yang dikeluarkan dalam pembelajaran sains sangatlah besar. Hal ini mencakup waktu, tenaga dan biaya baik dari pemerintah, masyarakat, guru dan siswa. Seyogyanya, upaya besar ini akan menghasilkan manfaat yang besar pula. Di samping kegiatan pembelajaran sains sehari-hari, masih banyak upaya dalam hal peningkatan kualitas pembelajaran sains di Indonesia, seperti pelatihan guru, lomba kreativitas dan inovasi guru/dosen, lomba sains.

## PEMBELAJARAN SAINS DI PERGURUAN TINGGI

Di perguruan tinggi selain pada program studi sains, sains juga diajarkan sebagai dasar pengetahuan pada program studi rekayasa (*engineering*). Keberhasilan pembelajaran sains di perguruan tinggi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Mahasiswa sebagai pelaku utama pembelajar adalah yang akan mengalami penambahan penguasaan sains setelah pembelajaran. Pada masa usia mahasiswa, terdapat berbagai potensi seperti semangat muda yang menggebu, tenaga fisik yang kuat, perkembangan intelektual yang pesat. Jika semua potensi itu dapat dimanfaatkan dengan baik, maka akan diperoleh hasil yang sangat baik.

Dengan perkembangan teknologi saat ini terutama teknologi informasi, akses kepada literatur menjadi sangat mudah. Hampir semua mahasiswa mempunyai alat komunikasi/informasi canggih seperti *handphone*, laptop, komputer. *Soft file* buku-buku teks juga sudah menyebar sedemikian rupa dan banyak yang dapat diakses melalui internet. Jadi kendala terhadap akses ke literatur sangat kecil. Artinya secara umum dapatlah diasumsikan bahwa mahasiswa punya akses pada literatur. Tentu saja ada sebagian literatur yang tidak dapat diakses secara *online* dan gratis.



Gambar 1 Faktor-faktor penting pembelajaran sains di perguruan tinggi. Mahasiswa adalah bagian sentral, sebagai pembelajar. Dosen adalah faktor penting dalam keberlangsungan proses pembelajaran.

Banyak mahasiswa yang menempuh perguruan tinggi jauh dari kampung halamannya. Sudah barang tentu mereka perlu beradaptasi dengan lingkungan sosial barunya. Menghadapi lingkungan baru memiliki tantangan tersendiri. Jika mahasiswa mampu beradaptasi dan berhasil mendapatkan lingkungan yang mendukung kemajuan studinya, maka dalam hal ini lingkungan berperan positif. Namun lingkungan dapat pula memberikan pengaruh kurang baik bagi studinya. Mahasiswa harus cermat dalam memilih lingkungannya.

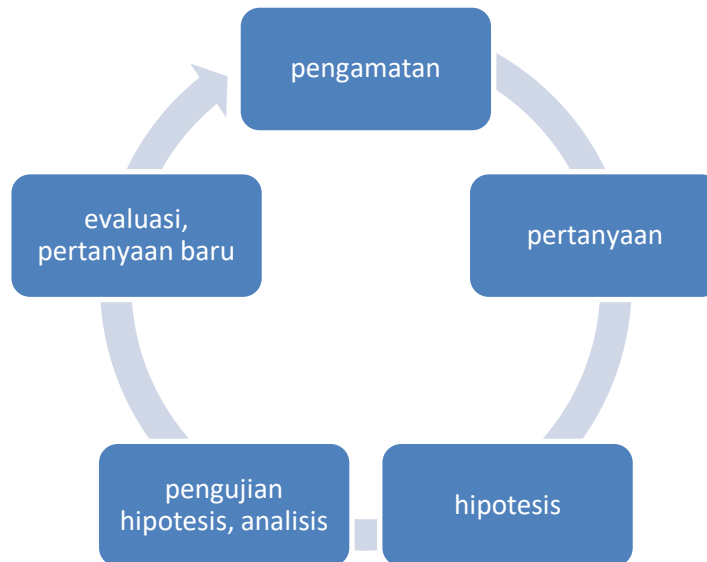
Faktor lain yang sangat menentukan adalah dosen. Pada dasarnya dosen mengajar, memberi tugas, membimbing mahasiswa untuk keberhasilan pembelajaran mahasiswa itu sendiri. Hubungan dan komunikasi yang baik antara dosen dan mahasiswa selama interaksi dalam perkuliahan sangat membantu mahasiswa dalam belajar. Dosen memiliki tiga darma yang harus dilakukannya yaitu: pengajaran, penelitian dan pengabdian masyarakat. Kepakaran dosen terpujuk seiring dengan perjalanan waktu. Kepakaran dosen sangat penting dalam pembelajaran sains.

## SIKLUS RISET DALAM PENGEMBANGAN SAINS

Pengembangan Sains dimulai sejak berabad-abad yang lalu. Sains mulai tumbuh sekitar 500 SM, oleh para pemikir, filosof dan saintis. Dengan kurun waktu yang sangat lama ini, boleh jadi jumlah para saintis yang berkontribusi pada pembentukan sains seperti yang ada saat ini mencapai jutaan orang. Hal ini menyadarkan kita bahwa sains yang kita pelajari saat ini adalah warisan dari para saintis dari generasi terdahulu. Meskipun banyak pertumbuhan sains berasal dari Eropa, namun saat ini saintis tersebar di seluruh belahan bumi. Perkembangan teknologi baik transportasi maupun informasi telah menyatukan para saintis itu. Berbagai kerjasama penelitian dilakukan sehingga sains menjadi lebih cepat berkembang. Pada masanya kelak, generasi kita sekarang akan mewariskan sains yang makin berkembang, kepada generasi setelah kita.

Proses pengembangan sains adalah berdasarkan metode ilmiah. Metode ilmiah merupakan proses siklus dari pengamatan kembali ke pengamatan berikutnya melalui pembuktiannya. Secara umum, untuk memulai siklus metode ilmiah, tidak harus dari pengamatan. Hasil pengamatan dan eksperimen harus dilaporkan agar hasilnya dapat diverifikasi. Eksperimen harus *reproducible*. Pengamatan sederhana dapat dilakukan menggunakan indera (melihat, mendengar, dst). Namun pengamatan yang lebih akurat dan presisi dilakukan

menggunakan peralatan. Perkembangan teknologi saat ini dapat memberi data *image* hingga skala nano meter ( $10^{-9}$  m). Suatu penelitian sains pada dasarnya dilakukan untuk menjawab suatu pertanyaan. Dasar dari pertanyaan yang akan dicari jawabnya melalui penelitian adalah keingintahuan (*curiosity*).



Gambar 2. Siklus metode ilmiah. Peneliti perlu memiliki *curiosity* sehingga timbul motivasi untuk meneliti. Siklus metode ilmiah tidak harus dimulai dari pengamatan.

*Hipotesis* dibuat berdasarkan pengetahuan dan pengalaman sebelumnya. Untuk dapat membuat suatu hipotesis, diperlukan pemahaman yang baik pada permasalahan terkait. Pengujian hipotesis serta analisis hasil dapat dilakukan berulang. Setiap akhir suatu penelitian menimbulkan pertanyaan baru, sehingga penelitian dapat terus berlanjut.

## RBL DALAM PEMBELAJARAN SAINS DI PERGURUAN TINGGI

RBL dikembangkan di banyak universitas dengan skema yang berbeda-beda sebagai contoh, dua di antaranya adalah:

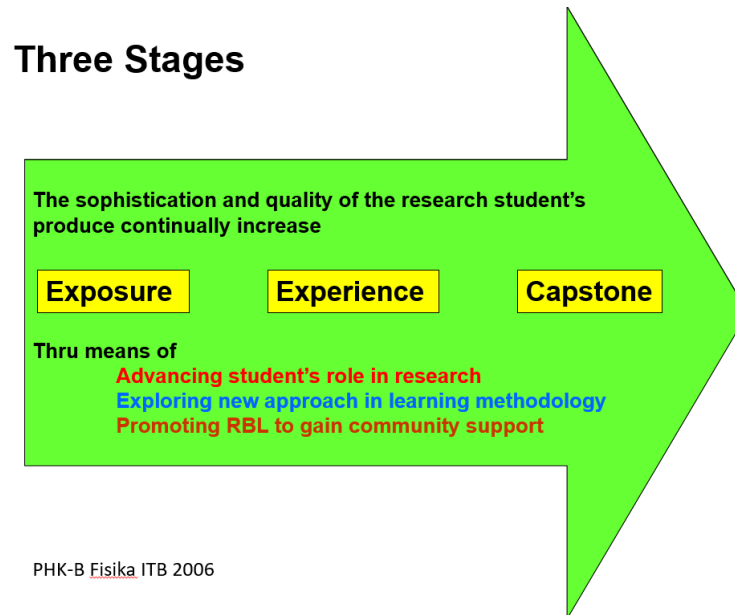
1. Warwick University: RBL dilakukan pada 4 aspek [4]: (i) Luaran riset: Luaran riset diinformasikan ke kurikulum, (ii) Proses: pembelajaran berbasis proses riset, (iii) Alat: pembelajaran menggunakan alat riset, (iv) Kontekstual: membangun budaya riset.
2. Reading University: pembelajaran berpusat pada mahasiswa, dimana mahasiswa melakukan riset pada bidang ilmunya, dan seringkali berkolaborasi dengan mahasiswa lain serta staf pengajar. [5]

Di Fisika ITB, RBL dikembangkan bermula dari skema hibah PHK B pada tahun 2005-2007. Dasar pemikirannya adalah bahwa mahasiswa seyogyanya mendapat keuntungan dari belajar dengan dosen yang memiliki kepakaran khususnya terkait dengan penelitian dosen. Dengan RBL, mahasiswa dikenalkan, diikutkan, diminta melakukan riset sedini mungkin. Semakin banyak matakuliah diajarkan dengan metode RBL, semakin banyak mahasiswa dilatih untuk melakukan kegiatan terkait riset. Tingkat keterlibatan mahasiswa bergantung pada tingkat tahun akademiknya.

Keterlibatan mahasiswa dalam riset dibagi menjadi 3 tahap:

1. *Exposure*: ini adalah tahap untuk mahasiswa tingkat 1 dan 2, di mana mahasiswa mulai dikenalkan dengan budaya riset. Mahasiswa belum dituntut untuk dapat melakukan riset dengan kualitas yang tinggi.

2. *Experience*: mahasiswa tingkat 3 dan 4, dalam perkuliahan dapat diberi tugas RBL yang di dalamnya mahasiswa melakukan riset sederhana yang dapat dilakukan misalnya dalam waktu 4 jam x 4 minggu.
3. *Capstone*: puncak pembelajaran berbasis RBL adalah pada pelaksanaan matakuliah tugas akhir. Mahasiswa lebih mandiri dalam melakukan riset tugas akhirnya di bawah pengawasan dari pembimbing.



Gambar 3. Tahap keterlibatan mahasiswa dalam riset [6]

Pelaksanaan RBL di kelas perlu disiapkan sebelum semester perkuliahan dimulai. Selain mempertimbangkan tingkat tahun akademik, hal lain yang perlu diperhatikan adalah: materi perkuliahan (dikelompokkan, sehingga jelas mana bagian yang harus diberikan secara utuh oleh dosen dan materi mana yang diperkirakan dapat dikuasai oleh mahasiswa secara lebih mandiri); merancang jadwal perkuliahan, merancang tugas RBL (dengan pertimbangan penguasaan materi sesuai kurikulum yang harus dicapai, kemungkinan keberhasilan, tahapan dalam riset apa yang perlu dilalui).

Kesiapan rancangan RBL di awal semester secara umum tidak mengurangi jam kerja dosen setiap minggunya. Hal ini dikarenakan pada masa mahasiswa mengerjakan tugasnya, dosen berperan sebagai fasilitator yang di dalam maupun di luar kelas siap untuk dimintai saran dan menjawab pertanyaan dari mahasiswa. Mahasiswa dapat berkonsultasi baik untuk masalah tugas akademik maupun teknis pelaksanaan RBL. Pada akhir masa RBL, mahasiswa membuat laporan tertulis dan mempresentasikannya di kelas. Pada umumnya tugas RBL dilakukan secara berkelompok.

Dengan skema RBL, diharapkan diperoleh setidaknya dua keuntungan bagi mahasiswa yaitu peningkatan pemahaman sains dan pengembangan *soft skill*. Pemahaman sains dapat meningkat karena pemilihan tugas RBL yang tepat dapat memotivasi mahasiswa untuk belajar. Mahasiswa yang memiliki motivasi tinggi untuk belajar akan aktif untuk mencari, berusaha untuk mengerti, belajar, serta berusaha untuk menyelesaikan persoalan. Dengan demikian tingkat penguasaan materi pembelajaran menjadi lebih dalam dan lebih luas.

Pada pembelajaran menggunakan RBL mahasiswa akan terlibat dalam tahapan riset yang menunjang kemampuan belajar, sehingga ada banyak kemampuan *soft skill* yang terlatih, di antaranya: merancang riset, menggali informasi/literatur, merancang dan melakukan eksperimen, mengolah data dan menganalisisnya, bekerja dalam tim, jujur, menghargai pendapat orang lain, mengkomunikasikan gagasan, menulis karya tulis ilmiah, menyampaikan presentasi.

## CONTOH PENERAPAN RBL

Sebagai gambaran mengenai pelaksanaan RBL, berikut disampaikan satu contoh yaitu pada pelaksanaan matakuliah FI3204 Mekanika Lanjut (3 SKS) pada semester 2 tahun akademik 2009/2010 yang diampu oleh penulis. Sesuai dengan kurikulum S1 Fisika ITB tahun 2008, materi FI3204 adalah sebagai berikut [7]: Benda tegar: gerak benda tegar, tensor momen inersia; Kinematika benda tegar: persamaan gerak Euler, sudut Euler, precesi dan nutasi; Fluida: definisi dan sifat fluida (Newtonian, non-Newtonian), fluida statik, fluida dinamik sederhana, persamaan kontinuitas, persamaan Navier-Stokes, kasus khusus (Bernoulli, Euler), aliran laminar dalam berbagai medium, aliran turbulen, aliran dalam media berpori; Dinamika chaos; Formalisme Lagrange: sistem koordinat umum, formulasi Lagrange, formulasi Hamilton, simetri dan hukum kekekalan.

Dari keseluruhan materi tersebut, dipertimbangkan bahwa diperlukan pengetahuan mengenai aplikasi berbagai teori yang diajarkan. Mengingat aspek teori secara keseluruhan pada materi ini cukup sulit, hampir seluruh materi diajarkan seperti biasa (ceramah, diskusi, menggunakan sarana papan tulis dan slide presentasi). Untuk itu, mahasiswa diberi pilihan topik aplikasi mekanika fluida, atau teori mekanika sebagai tugas RBL.

Hasilnya berupa laporan tertulis yang dikerjakan berkelompok (satu kelompok terdiri atas 2 sd 6 mahasiswa), dengan berbagai judul, yaitu [8]:

1. Aliran Viskositas Mooney pada Karet Alam.
2. Aliran Air Tanah pada Pesisir Pantai.
3. Gerak Precesi dan Nutasi: Analisis Kuantitatif
4. Gaya Angkat pada Sayap Pesawat.
5. Lagrangian dan Hamiltonian.
6. Bendungan.
7. Perbandingan Pemodelan Newtonian dan Non-Newtonian pada Aliran Darah.
8. Zona Proteksi Air Tanah.
9. Aliran Fluida Berpori.
10. Sistem Aliran Air Tanah.
11. Sistem Waduk: Hoover Dam.
12. Aliran Darah pada Pembuluh.
13. Laju Aliran Fluida Riil Dalam Pipa dan Aplikasinya Pada Aliran Darah di Pembuluh Darah.
14. Pengoperasian Waduk dengan Menggunakan Program Non Linier.

Dengan penugasan ini mahasiswa memperoleh tambahan wawasan terkait materi kuliah (mekanika lanjut). Untuk menghindari praktek *copy paste* dari berbagai literatur yang mudah diakses, selain membuat laporan tertulis, mahasiswa juga mempresentasikan tugas RBL nya di depan kelas.

Tugas RBL memerlukan upaya dan waktu yang tidak sedikit. Dosen perlu mempertimbangkan agar tidak sampai membebani mahasiswa lebih dari yang seharusnya. Pelaksanaan RBL pada beberapa matakuliah pada semester tertentu memungkinkan mahasiswa mendapat beberapa tugas RBL pada waktu bersamaan. Untuk menghindari hal itu, Ketua Program Studi perlu memantau rencana pembelajaran menggunakan RBL di awal semester.

## PENUTUP

Penerapan RBL pada pembelajaran di perguruan tinggi dapat dilakukan sedini mungkin (mulai tingkat satu). Tingkat kesulitan dan kerumitan tugas RBL disesuaikan dengan tingkat tahun akademik. Rancangan perkuliahan dan jenis tugas RBL perlu dipersiapkan sebelum semester perkuliahan dimulai. Dosen perlu memilah materi kuliah dan mengidentifikasi materi mana yang sesuai untuk dipelajari secara lebih mandiri oleh mahasiswa. Hal penting yang perlu diperhatikan adalah bahwa penerapan RBL tidak mengurangi tuntutan ketercapaian kurikulum.

Penerapan RBL pada pembelajaran seyogyanya dilakukan oleh dosen yang melakukan riset dan memahami metodologi penelitian. Dengan RBL, mahasiswa dilatih untuk belajar lebih aktif, lebih mandiri

serta dilatih untuk mengembangkan kemampuan melakukan riset. Dengan demikian, selain dapat menguasai materi perkuliahan dengan lebih baik, mahasiswa juga dapat mengembangkan sikap-sikap baik pada peneliti sejati.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kolega dosen Fisika ITB atas berbagai diskusi baik formal maupun informal mengenai RBL sejak dikembangkan pada tahun 2005 hingga masa implementasinya di Fisika ITB yang telah berlangsung lebih dari 10 tahun.

## REFERENSI

1. English Dictionary (Collins)
2. J. Trefill dan R.M. Hazen, *The Sciences: An Integrated Approach*, 6 edition, John Wiley & Sons (2010).
3. Demtroder, *Atoms, Molecules and Photons*, Springer (2005).
4. <https://warwick.ac.uk/services/ldc/resource/rbl/whatis/> (14 Juli 2018)
5. [https://www.reading.ac.uk/cefl-aurs/LinkingTeachingandResearch/Enquiry-BasedLearning/What\\_is\\_Enquiry\\_Based\\_Learning\\_\(EBL\).aspx](https://www.reading.ac.uk/cefl-aurs/LinkingTeachingandResearch/Enquiry-BasedLearning/What_is_Enquiry_Based_Learning_(EBL).aspx) (14 Juli 2018)
6. Dokumen PHK B Program Studi Fisika ITB, 2006
7. Dokumen kurikulum 2008 Program Studi S1 Fisika ITB
8. Dokumen laporan RBL Matakuliah FI3204 Mekanika Lanjut (3 SKS) pada semester 2 tahun akademik 2009/2010