

PENINGKATAN KOMPETENSI KOMPUTASI FISIKA DAN KIMIA UNTUK MAHASISWA PROGRAM STUDI FISIKA FMIPA UNIVERSITAS MATARAM

Lily Maysari Angraini^{1*}, I Wayan Sudiarta², Nurul Qomariyah³, Siti Alaa⁴, I Gusti Ngurah Yudi Handayana⁵

¹Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram

²Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram

³Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram

⁴Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram

⁵Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram

*Corresponding author :

E-mail : lilyangraini@unram.ac.id

Diterima 19 April 2019, Disetujui 24 April 2019

ABSTRAK

Kompetensi komputasi merupakan salah satu kompetensi utama yang harus dimiliki oleh mahasiswa fisika. Kemampuan komputasi yang meliputi kemampuan menyederhanakan permasalahan yang kompleks, pengenalan pola dalam menyelesaikan permasalahan serta menggeneralisasi pola tersebut untuk menyelesaikan masalah dalam lingkup besar. Oleh karena itu kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi komputasi fisika dan kimia mahasiswa fisika. Adapun metode yang digunakan dalam kegiatan ini adalah metode *focus discussion group* untuk mendeteksi kelemahan serta kekuatan pemahaman masing-masing mahasiswa dalam konsep fisis, kimia dan komputasi. Setelah peserta memahami konsep fisis, kimia dan komputasi maka metode selanjutnya adalah metode praktikum. Luaran dari kegiatan ini adalah tersusunnya modul pelatihan komputasi fisika dan kimia serta tersusunnya topic-topik penelitian yang terkait dengan komputasi fisika dan kimia yang dapat dijadikan sebagai topik PKM ataupun topic tugas akhir oleh mahasiswa.

Kata kunci: Kompetensi Komputasi, konsep fisis, konsep kimia.

ABSTRACT

Computational competence is one of the main skill that must be possessed by physics students. Computational skills that include ability to simplify complex problems, pattern recognition in solving problems and generalizing these patterns to solve problems in a large scope. Therefore this activity aims to improve computational physics and chemistry competencies of physics students. The method used in this activity is the method of focus discussion group to detect weaknesses and the strength of the understanding of each student in physical, chemical and computational concepts. After participants understand physical, chemical and computational concepts, the next method is the practicum method. The output of this activity is the compilation of computational physics and chemistry training modules as well as the preparation of research topics related to computational physics and chemistry that can be used as topics for PKM or the topic of final assignments by students.

Keywords: computational skill, physical concept, chemical concept.

PENDAHULUAN

Kompetensi komputasi atau lebih dikenal dengan kemampuan berpikir komputasi (*computational thinking*) adalah proses berpikir yang melibatkan perumusan masalah dan solusinya, sehingga solusi tersebut dapat direpresentasikan secara efektif (Jeannette M. Wing, 2010). Adapun teknik berpikir komputasi meliputi : (1) dekomposisi yaitu kemampuan memecahkan masalah kompleks menjadi masalah-masalah kecil yang lebih rinci; (2) pengenalan pola yaitu kemampuan untuk mengenal kesamaan atau perbedaan umum yang

nantinya akan membantu dalam membuat prediksi; (3) generalisasi pola dan abstraksi yaitu kemampuan menyaring informasi yang tidak dibutuhkan sehingga solusi yang diperoleh dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang serupa, (4) perancangan algoritma yaitu kemampuan menyusun langkah-langkah penyelesaian masalah.

Berdasarkan hal tersebut di atas, jika kita merujuk pada kurikulum program studi fisika yang menekankan tiga kompetensi utama yang harus dimiliki oleh mahasiswa, dimana salah satunya adalah kemampuan komputasi yang selanjutnya

disebut *computational thinking*. Maka seharusnya, *outcome* yang akan dicapai sudah sepatasnya memiliki keempat teknik *computational thinking* tersebut. Akan tetapi, pada kenyataannya tidak demikian. Dari hasil observasi pada nilai UTS dan UAS mata kuliah pemrograman, analisis numerik dan mata kuliah fisika komputasi, merepresentasikan ketidaktercapaian indikator *computational thinking*.

Permasalahan yang umum di hadapi mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan secara komputasi adalah kurangnya kemampuan dalam menguraikan masalah yang kompleks menjadi sederhana, menganalisis perbedaan dan kesamaan umum dari suatu permasalahan sehingga pada akhirnya mahasiswa tidak mampu mengeneralisasi pola penyelesaian masalah. Sebagai contoh penyelesaian persamaan Newton untuk gerak osilator harmonik dan gerak melingkar.

Oleh karena itu, metode penguatan kompetensi ini harus direkonstruksi. Mulai dari penguatan silabus dan rancangan pembelajaran pada ketiga mata kuliah komputasi yaitu mata kuliah pemrograman, mata kuliah metode numerik dan mata kuliah komputasi fisika. Selain itu, juga sangat perlu dilakukan pelatihan-pelatihan komputasi di luar jam kuliah.

Pelatihan penguatan kompetensi komputasi ini merupakan salah satu sarana yang bisa digunakan oleh mahasiswa untuk lebih meningkatkan *computational thinking* mereka. Selain itu, kegiatan pelatihan ini juga nantinya akan mampu mengidentifikasi secara detail kelemahan dan kekuatan masing-masing mahasiswa dalam memahami konsep-konsep komputasi.

Tujuan dan Manfaat Kegiatan

Tujuan kegiatan ini adalah untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa dalam bidang komputasi fisika dan kimia. Sedangkan manfaat kegiatan ini antara lain memberikan gambaran kepada mahasiswa terkait kemampuan komputasi dalam menunjang perkuliahan/tugas akhir dan menambah nilai konsep-konsep keilmuwan yang direalisasikan melalui komputasi dalam keterbatasan sumber daya.

Permasalahan Masyarakat/Mitra

Computational thinking merupakan kemampuan yang harus dimiliki oleh mahasiswa fisika khususnya dan mahasiswa FMIPA umumnya. Kompetensi ini merupakan salah satu dari tiga pilar *outcome* yang harus dicapai oleh mahasiswa selama 4 tahun perkuliahan berdasarkan rekonstruksi kurikulum 2016. Observasi ketercapaian indikator dari masing-

masing mata kuliah penunjang kemampuan ini, mengindikasikan bahwa masih lemahnya pemahaman mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan sesuai dengan konsep komputasi.

Kemampuan dekomposisi, pereduksian masalah kompleks menjadi sederhana, analisis pola penyelesaian masalah serta generalisasi pola tersebut, merupakan indikator yang harus dikuatkan. Meskipun banyak mata kuliah yang ditawarkan untuk mendukung kompetensi tersebut, tetap saja itu belum cukup. Hal ini dibuktikan dengan rerata nilai kognitif, dan psikomotorik yang diperoleh mahasiswa pada saat UTS dan UAS.

Oleh karena itu, tim pengabdian masyarakat program studi fisika berencana untuk mengadakan pelatihan peningkatan kompetensi komputasi untuk mahasiswa fisika. Kegiatan ini merupakan sarana mahasiswa untuk lebih bisa meningkatkan kemampuan komputasi mereka. Selain itu, kegiatan ini juga diharapkan mampu untuk mengidentifikasi kelemahan dan kekuatan masing-masing mahasiswa, sehingga bisa dijadikan rujukan untuk merekonstruksi silabus serta metode pembelajaran di kelas.

Solusi dan Target Luaran

Berdasarkan rincian permasalahan yang dihadapi mitra, maka beberapa solusi yang ditawarkan (1) Memberikan penguatan konsep fisika dan aplikasinya, (2) Memberikan penguatan konsep komputasi, (3) pelatihan menyelesaikan berbagai macam permasalahan baik dibidang fisika, fisika-kimia, fisika-biologi menggunakan konsep fisis dan konsep komputasi yang telah dipahami.

Adapun target luaran yang diharapkan tercapai dari kegiatan ini adalah (1) peningkatan pemahaman konsep fisis dan aplikasinya; (2) peningkatan pemahaman konsep komputasi; (3) terwujudnya topik-topik riset mahasiswa yang menggunakan simulasi dan komputasi; (4) tersusunnya modul pelatihan komputasi fisika dan kimia.

Metode Pelaksanaan Kegiatan

Pada pengabdian masyarakat, fokus utama ditujukan pada pengembangan pengetahuan dan skill, kapasitas mahasiswa terkait komputasi fisika dan kimia. Oleh karena itu, pada pelaksanaan kegiatan ini, metode yang akan digunakan adalah *direct Instruction dan focus Group Discuss*, serta praktik komputasi.

Metode *Direct Instruction* digunakan untuk memberikan penjelasan tentang : a) pengenalan komputasi dalam ilmu alam, b) jenis-jenis metode komputasi, c) pengenalan bahasa pemrograman

yang digunakan. Metode kedua adalah praktik komputasi, dimana peserta mengerjakan suatu masalah atau contoh masalah dengan komputasi yang telah dijelaskan sebelumnya.

Kondisi, *prior knowlegde*, dan potensi mahasiswa, dijadikan *starting point* dalam memetakan kedalaman materi yang diberikan, yang sudah tentu melibatkan usulan dan tuntutan kebutuhan mahasiswa dan mensinergiskan dengan program-proram kebijakan fakultas maupun universitas dalam rangka mendukung visi fakultas dan universitas. Berdasarkan hal tersebut, maka pihak-pihak terkait dilibatkan berpartisipasi dalam perencanaan, pelaksanaan, monitoring, dan evaluasi melalui proses pembelajaran dan pelatihan sehingga kualitas program dapat terjaga.

Rencana Kegiatan

Recana kegiatan meliputi tahap-tahap persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Secara lebih rinci setiap tahap kegiatan dijelaskan sebagai berikut:

Tahap Persiapan

- (1) Pembentukan dan pembekalan tim pelaksana

Berdasarkan rancangan dalam proposal, tim pelaksana diundang untuk mengadakan persiapan pelaksanaan, mulai dari pemilihan materi, perekrutan peserta, persiapan konsumsi, rencana pembuatan modul, serta perlengkapan yang diperlukan. Pembekalan tim pelaksana akan memberikan persamaan persepsi mengenai kegiatan dan merujuk pada target-target yang ingin dicapai.

- (2) Penyusunan instrumen kegiatan

Pengembangan dan validasi dokumen-dokumen penunjang kegiatan seperti modul pelatihan komputasi fisika dan kimia serta dokumen-dokumen yang dibutuhkan untuk pelaporan kegiatan. Kegiatan ini dilakukan oleh tim pelaksana dengan melibatkan pihak-pihak terkait.

Tahap Pelaksanaan

Kegiatan yang dilakukan adalah (1) memberikan materi tentang komputasi fisika dan kimia dalam bentuk kuliah umum, dan (2) memberikan pelatihan/praktek komputasi fisika dan kimia untuk berbagai masalah dan topik tertentu.

Tahap Evaluasi

Monitoring dan evaluasi terhadap pelaksanaan kegiatan berupa review rencana kegiatan, proses berupa kesesuaian mekanisme kegiatan yang dilakukan dengan yang direncanakan termasuk penggunaan sumber daya dan alokasi waktu

serta tingkat keterlibatan partisipan dan stakeholder. Evaluasi juga dilakukan terhadap perkembangan pencapaian indikator target yang direncanakan. Tahap akhir dari evaluasi adalah dengan penyusunan laporan program pengabdian masyarakat. Penyusunan laporan program dilakukan pada akhir kegiatan Laporan kegiatan disusun dengan mengakumulasi, merangkum dan menganalisis setiap tahap kegiatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan Hari Pertama

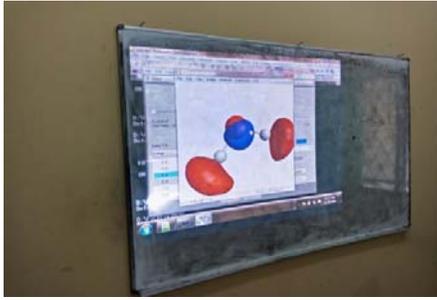
Kegiatan hari pertama tanggal 28 Desember 2018 dimulai pukul 09.00– 12.00 WITA. Kegiatan ini diawali dengan tutorial cara instalasi software yang akan digunakan. Ada 4 software yang digunakan yaitu *Avogadro*, *firefly*, *notepad++*, dan *Wxmacmolplt*.

Avogadro adalah *software* kimia gratis, *open source*, tersedia dalam berbagai *platform*. sistem operasi merupakan editor molekul yang dirancang untuk digunakan secara fleksibel dalam kimia komputasi, pemodelan molekul, bioinformatika, ilmu material, dan bidang terkait lainnya. *Firefly* adalah program kimia komputasi *ab initio* untuk prosesor x86, x86-64 yang kompatibel dengan Intel berdasarkan sumber *GAMESS (AS)*. *Notepad++* adalah sebuah penyunting teks dan penyunting kode sumber yang berjalan di sistem operasi *Windows*. *Notepad++* menggunakan komponen *Scintilla* untuk dapat menampilkan dan menyuntingan teks dan berkas kode sumber berbagai bahasa pemrograman. *Wxmacmolplt* merupakan program yang digunakan untuk melihat grafik hasil perhitungan *firefly*



Gambar 1. Tutorial Instalasi Program

Setelah semua software yang diperlukan sudah terinstall di laptop masing-masing peserta, materi selanjutnya adalah penguatan konsep komputasi kuantum. Materi ini mengulas tentang alasan kenapa komputasi kuantum diperlukan dalam kajian partikel. Selain itu, dijelaskan juga persamaan Schrodinger yang merupakan konsep dasar komputasi kuantum.



Gambar 2. Materi Komputasi Kuantum

Materi terakhir pada hari pertama adalah tutorial contoh penyelesaian kasus menggunakan konsep komputasi kuantum. Adapun tahapan proses komputasi yang dilakukan adalah (1) membuat molekul yang ingin dihitung menggunakan Avogadro. Avogadro juga bisa digunakan untuk molekuler dynamics. Membuat molekul dengan dua format yaitu format xyz atau format z matrik. (2) Firefly yang dulu bernama PC GAMESS dan (3) Visualisasi menggunakan MacMolplot.



Gambar 3. Peserta mengerjakan langkah-langkah komputasi.

Kegiatan Hari Kedua

Materi hari kedua tanggal 29 Desember 2018 diawali dengan penjelasan konsep *z-matriks*. *Z-matriks* merupakan suatu cara untuk merepresentasikan sebuah molekul yang terdiri dari atom-atom untuk kebutuhan perhitungan molecular mechanics (MM) atau ab-initio. Kita dapat menggunakan dua format: XYZ dan Z-Matrix. Format XYZ menuliskan struktur suatu molekul dengan nama atom dan posisi (x,y,z) atomnya. Sedangkan format Z matrix merupakan cara menuliskan struktur molekul dengan hubungan relatif antara atom-atom. Format ini juga dikenal dengan representasi koordinat internal.



Gambar 4. Penjelasan tentang *z-matriks*.

Setelah peserta memahami konsep *z-matriks*, kegiatan selanjutnya adalah menyelesaikan beberapa kasus komputasi kuantum serta cara merepresentasikan hasilnya.



Gambar 5. Peserta sedang menyelesaikan beberapa kasus komputasi kuantum.

Setelah selesai sesi pendampingan dan sesi diskusi tentang beberapa kasus yang dikerjakan, kegiatan workshop penguatan kompetensi komputasi fisika untuk mahasiswa diakhiri dengan foto bersama semua tim pengabdian dan peserta workshop.



Gambar 6. Foto bersama tim pengabdian dan peserta workshop pada sesi penutupan kegiatan.

SIMPULAN DAN SARAN

Dari kegiatan yang dilakukan ada beberapa hal yang dapat disimpulkan yaitu : (1) untuk memulai komputasi kuantum, terlebih dahulu harus dipahami konsep awal komputasi kuantum yaitu persamaan Schrodinger, konsep ekuilibrium, *z-matriks* dan software pendukungnya. Terdapat 4 software pendukung komputasi kuantum yaitu Avogadro, firefly, notepad++ dan Wxmacmolplt. (2) Pemberian beberapa project untuk diselesaikan masing-masing peserta dapat menggambarkan kelemahan dan kekuatan pemahaman peserta terhadap materi yang diberikan. Adapun kelemahan peserta adalah masih lemahnya pemahaman konsep fisika kuantum serta konsep kimia partikel, sehingga peserta masih kesulitan dalam merepresentasikan hasil perhitungan secara fisis dan kimianya. (3) Peserta memiliki gambaran tema skripsi yang akan diangkat., khususnya mahasiswa semester 5 dan 7 yang tergabung dalam kelompok riset fisika komputasi dan fisika material.

Adapun saran kegiatan ini adalah Kegiatan pengabdian penguatan kompetensi komputasi, khususnya komputasi kuantum lebih sering dilakukan, guna untuk memudahkan mahasiswa dalam memahami konsep fisika komputasi.

DAFTAR RUJUKAN

- Kurikulum Fisika 2016. Prodi Fisika FMIPA Universitas Mataram. 2016
<https://urip.wordpress.com/2011/06/11/avogadro-software-kimia-gratis-untuk-edit-molekul/>. Diakses tanggal 21 Januari 2019.
<http://nurmaliaazmi16.blogspot.com/2014/11/tutorial-software-avogadro.html>. Diakses tanggal 21 Januari 2019.
<https://www.webmo.net/link/help/AdjustTool.html>
<https://www.chegg.com/homework-help/using-bond-lengths-table-92-p-340-assuming-ideal-geometry-ca-chapter-10-problem-95p-solution-9780073402659-exc>
<https://chemistry.tutorvista.com/organic-chemistry/octahedral-bond-angle.html>
<https://slideplayer.com/slide/9906415/>.