



Disain Model Multirepresentasi Pada Perkuliahan Pendahuluan Fisika Zat Padat untuk Mengembangkan Kemampuan Berargumentasi

Ismet

ismet@fkip.unsri.ac.id

Program studi pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya

Abstrak: Para pakar pendidikan sains mulai mengkaji pembelajaran sains sebagai sarana untuk mengkonstruksi pengetahuan melalui proses sosial dalam bentuk argumentasi. Mengingat pentingnya kemampuan bergargumentasi dimiliki oleh para peserta didik, maka perlu dirancang suatu perkuliahan yang dapat membekali peserta didik agar mampu membangun kemampuan bergargumentasi secara ilmiah. Metode penelitian dan pengembangan yang digunakan terdiri dari 4 tahap yaitu: tahap studi pendahuluan, tahap perancangan model, tahap pengembangan, dan tahap validasi program. Hasil studi pendahuluan menunjukkan bahwa perkuliahan fisika zat padat cenderung pada pendekatan matematis dan belum memperhatikan beragam kecerdasan mahasiswa. Hasil tes menunjukkan bahwa tidak semua mahasiswa memiliki kecerdasan logika-matematika yang dominan, sehingga penggunaan multirepresentasi dalam proses pembelajaran Pendahuluan Fisika Zat Padat bisa menjadi potensi yang dapat dioptimalkan dalam pembelajaran. Analisis karakteristik perkuliahan menunjukkan perkuliahan tersebut bersifat abstrak dan mikroskopis sehingga sangat diperlukan sarana untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa melalui penyusunan Perangkat model perkuliahan Pendahuluan Fisika Zat Padat berbasis Multirepresentasi meliputi perancangan sintaks-sintaks pembelajaran. Hasil pengembangan berupa sebuah desain model perkuliahan PFZP-MR yang terdiri atas 7 fase yaitu: Penyajian fenomena, fase Identifikasi konsep-konsep Kunci, Eksplorasi konsep, konstruksi representasi, internalisasi dan konsolidasi konsep, evaluasi dan fase interelasi konsep. Desain tersebut dilakukan uji validasi dan uji kepraktisan dalam uji terbatas pada mahasiswa. Validasi hasil mengungkapkan bahwa desain model yang dikembangkan valid dan hasil uji coba terbatas menunjukkan desain yang disusun tergolong praktis.

Kata kunci : Model Multirepresentasi, Kemampuan berargumentasi, Fisika Zat Padat

1. Pendahuluan

Dalam dua dekade terakhir, para pakar pendidikan sains mulai mengkaji pembelajaran sains sebagai sarana untuk membangun pengetahuan melalui proses sosial, hal ini mengindikasikan peran bahasa dan komunikasi dalam pembelajaran sains mulai mendapat perhatian (Erduran & Maria, 2008). Proses pembelajaran yang sudah berorientasi *student centered process* berbasis inkuiri, akhirnya juga mengalami pergeseran ke arah komunikasi dalam praktik pembelajaran di kelas (Osborne, 2010).

Para ilmuwan dalam membangun kerja ilmiah tidak hanya terbatas pada kegiatan mengkaji suatu fenomena dan melakukan pengujian terhadap fenomena yang muncul, tetapi juga membangun argumentasi agar temuannya dapat dikomunikasikan sehingga mampu meyakinkan komunitas ilmiah tentang realita kebenaran hasil temuan. Revolusi sains yang dilakukan Kunt (Roshayanti, 2012) menjadi bukti bagaimana proses sosial memegang peranan penting dalam membangun pengetahuan. Kerja ilmiah dalam bentuk mengkomunikasikan hasil temuan sering terlupakan oleh para pemerhati dan praktisi pendidikan sains untuk dikembangkan dalam pembelajaran sains di kelas. Oleh karena itu pembelajaran sains dalam ruang-ruang kelas harus dapat memperhatikan proses-proses



sosial. Salah satu proses sosial yang bisa dikembangkan dalam pembelajaran fisika adalah kemampuan berargumentasi. Orborne, *et al.*, (2004) memandang bahwa pembelajaran sains (fisika) harus dapat mengembangkan kemampuan peserta didik dalam memahami dan mempraktikkan cara berargumentasi dalam konteks ilmiah. Duschl (2008) menegaskan bahwa satu cara produktif untuk membantu mahasiswa mencapai hasil pendidikan sains adalah dengan memberinya kesempatan lebih belajar cara berargumentasi secara ilmiah.

Argumentasi dipandang sebagai hal penting yang perlu dikembangkan dalam pembelajaran karena merupakan aktivitas inti dari ilmuwan. Paling tidak terdapat tiga alasan utama mengapa argumentasi perlu dikembangkan dalam pembelajaran, yaitu: (1) ilmuwan sering membangun argumentasi dalam mengembangkan dan meningkatkan pengetahuan ilmiahnya; (2) masyarakat selalu menggunakan argumentasi dalam perdebatan ilmiah; dan (3) peserta didik dalam pembelajaran membutuhkan argumentasi untuk memperkuat pemahamannya (Erduran, Osborne, & Simon, 2004).

Karakteristik program penyiapan calon guru fisika harus memenuhi standar, diantaranya adalah mendapatkan pengetahuan tentang bagaimana siswa belajar dan bagaimana mereka mempelajari fisika, serta terlibat dalam lingkungan pembelajaran yang sama dengan lingkungan yang hendak ia ciptakan ketika mengajar (Etkina, 2005). Penyiapan calon guru dengan cara membekali kemampuan berargumentasi penting dilakukan agar kelak ketika mahasiswa calon guru sudah bertugas di lapangan, mereka akan mampu menciptakan lingkungan belajar yang sama dengan yang mereka peroleh pada saat kuliah.

Gagasan pengembangan kemampuan berargumentasi bagi peserta didik merupakan upaya melatih peserta didik agar mampu mengkonstruksi pengetahuan sehingga penguasaan peserta didik terhadap konsep menjadi lebih kokoh. Penelitian yang dilakukan Ismet, *et al.*, (2013) menunjukkan bahwa peserta didik dapat menjelaskan beberapa fenome fisis dengan baik, namun pada saat diajukan pertanyaan secara lebih mendalam, peserta didik tidak mampu memberikan penjelasan (berargumentasi) dengan baik. Ketidakmampuan peserta didik untuk membangun argumentasi dapat disebabkan karena pembelajaran belum membekali dan melatih peserta didik dengan kemampuan berargumentasi dalam konteks ilmiah, yaitu kemampuan membuat klaim (*claim*) sesuai permasalahan dan menganalisis data-data, kemampuan memberikan pembenaran (*warrant*), dan kemampuan memberikan dukungan (*backing*) yang rasional berdasarkan teori-teori yang ada sehingga dapat mendukung klaim yang diajukan.

Dalam pembelajaran sains, kemampuan bergargumentasi belum banyak mendapat perhatian. Mengingat pentingnya kemampuan berargumentasi dimiliki oleh para peserta didik, maka perlu dirancang suatu perkuliahan yang dapat membekali peserta didik agar mampu membangun kemampuan berargumentasi secara ilmiah.

Pembelajaran fisika idealnya difokuskan untuk mendorong peserta didik berpikir kritis dan mengembangkan argumentasi dengan menggunakan bukti, justifikasi, dan penjelasan praktis (Cross, *et al.*, 2008). Sains (fisika) sebagai produk dan proses, hasil belajar siswa sangat tergantung kepada proses pembelajaran yang diciptakan guru di dalam kelas. Dalam belajar siswa seharusnya menyusun pengetahuan mereka sendiri dengan menggunakan berbagai representasi (multirepresentasi). McDermott (1990) menyatakan bahwa penggunaan multirepresentasi dapat mempermudah pemahaman dan memberikan pondasi yang kuat terhadap penguasaan konsep. Penguasaan konsep yang baik akan memberikan kemudahan bagi peserta didik dalam membangun kemampuan berargumentasi secara ilmiah (Cross, *et al.*, 2008)

Etkina, *etal* (2006) memandang keterampilan merepresentasikan konsep-konsep merupakan kompetensi ilmiah yang harus dikuasai oleh guru dengan baik. Kompetensi ilmiah ini meliputi keterampilan dalam merepresentasikan suatu informasi dengan beragam



cara. McDermot (1990) secara lebih tegas menyatakan bahwa kemampuan merepresentasikan merupakan kemampuan dasar yang perlu dikembangkan melalui pembelajaran fisika. Mengingat pentingnya keterampilan merepresentasikan konsep-konsep ini, maka calon guru harus dibekali dengan kompetensi multirepresentasi seawal mungkin. Schmidt, Leland, & Richard (2011) memandang bahwa program penyiapan calon guru harus mampu menghasilkan calon guru yang memiliki kompetensi setinggi mungkin. Kompetensi multirepresentasi diperlukan untuk pengembangan kompetensi profesional secara mandiri dan berkelanjutan.

Penelitian tentang penggunaan multirepresentasi dalam pembelajaran telah banyak dilakukan. Ismet (2013b) mengungkapkan bahwa program perkuliahan berbasis multirepresentasi dapat meningkatkan penguasaan konsep dan kecerdasan spasial mahasiswa, dimana penguasaan konsep bergeser dari penguasaan yang dangkal (*narrow level*) ke penguasaan yang mendalam (*deep level*), dan Sutopo (2013) menemukan peningkatan penguasaan konsep bergeser dari level tidak kompeten ke level menguasai, dan ragam representasi bergeser dari sangat jauh ke sangat dekat dengan representasi *expert*. Ibrahim & Rebello (2012) melaporkan bahwa mahasiswa belum konsisten dalam menggunakan format representasi untuk memecahkan jenis masalah yang sama.

Penggunaan multirepresentasi dalam pembelajaran sangat menguntungkan untuk mengajarkan konsep-konsep ilmiah yang abstrak (Ainsworth, 2006), dan dapat mengembangkan kemampuan berpikir peserta didik karena representasi merupakan alat untuk berpikir (Diezmann & English, 2001). Ismet (2013a) merekomendasikan untuk menggunakan pendekatan multirepresentasi untuk meningkatkan kemampuan berargumentasi mahasiswa calon guru fisika. Berdasarkan uraian di atas, maka dalam makalah ini dipaparkan disain program Perkuliahan Fisika Zat Padat Berbasis Multirepresentasi (PFZP-MR) untuk meningkatkan kemampuan berargumentasi mahasiswa calon guru fisika.

2. Metodologi Penelitian

Metode penelitian menggunakan metode penelitian dan pengembangan. Metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yang digunakan terdiri dari 4 tahap yaitu: tahap studi pendahuluan, tahap perancangan (desain) model multirepresentasi perkuliahan fisika zat padat, tahap pengembangan desain, dan tahap validasi program (implementasi program).

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Studi Pendahuluan

Ada tiga langkah kegiatan yang dilakukan pada saat studi pendahuluan, yaitu studi literatur, studi lapangan tentang pembelajaran mekanika, dan deskripsi analisis temuan (model faktual). Studi pendahuluan diawali dengan studi literatur yang meliputi analisis kompetensi, analisis materi esensial, analisis konsep, dan analisis indikator kemampuan berargumentasi yang dapat dikembangkan pada program perkuliahan Pendahuluan Fisika Zat Padat berbasis multirepresentasi.

Berdasarkan analisis kompetensi terhadap materi pokok Pendahuluan Fisika Zat Padat, kompetensi yang diharapkan adalah menguasai pengetahuan tentang pendahuluan fisika zat yang meliputi struktur kristal, difraksi sinar-x oleh kristal, ikatan kristal, elektron dalam logam, teori pita energi, serta dapat mengaplikasikan sesuai dengan perkembangan sains dan teknologi serta relevan dengan tuntutan kompetensi dalam standar pendidikan.



Sedangkan Kompetensi Dasar dari mata kuliah Pendahuluan Fisika Zat Padat adalah sebagai berikut:

- Mahasiswa dapat menginterpretasikan dan menganalisis keteraturan struktur kristal zat padat contohnya serta pengaplikasian dalam kehidupan sehari-hari.
- Mahasiswa dapat mengetahui dan memahami konsep elektron bebas dalam logam kristal serta aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.
- Mahasiswa harus dapat memahami konsep pita energi dan bahan semikonduktor serta aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

Selanjutnya hasil analisis kompetensi ini digunakan sebagai dasar untuk melakukan analisis konsep

Pada tahap studi pendahuluan juga dilakukan studi untuk menggali profil awal kompetensi multirepresentasi mahasiswa terhadap konsep-konsep dasar pada perkuliahan Pendahuluan Fisika Zat Padat. Pada studi awal juga dilakukan studilapanganterhadap pelaksanaan perkuliahanPendahuluan FisikaZat Padat. Perkuliahan pendahuluan fisika zat padat di Program Studi Pendidikan Fisika FKIP masih menekankan pada aspek kemampuan kognitif, namun penekanan pada aspek pemberdayaan argumentasi sebagai bagian dari kemampuan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking skills*) belum digugah, sehingga belum dapat melatih mahasiswa untuk aktif membangun pengetahuannya sendiri.

Dalam proses mengembangkan kemampuan membangun argumentasi, diperlukan sarana yang dapat mendukung terciptanya lingkungan belajar aktif. Pendidik dan peserta didik membutuhkan jembatan penghubung agar komunikasi dapat berlangsung dengan baik. Jembatan penghubung agar mahasiswa dapat membangun kemampuan berargumentasi tersebut belum tersedia (baik berupa bahan ajar, sintaks-sintaks model pembelajaran, lembar kegiatan mahasiswa (*student worksheet*) dan proses pembelajaran belum memfasilitasi mahasiswa untuk mampu membangun kemampuan berargumentasi belum teredia langkah-langkah (sintaks pembelajaran).

Berdasarkan analisis dari silabus dan garis-garis besar program pembelajaran (GBPP) matakuliah pendahuluan fisika zat padat ditemukan bahwa materi Geometrikisikristal, Elektron dalam logam, dan Bahan semikonduktor merupakan materi yang dapat menumbuhkan keterampilan berargumentasi. Mata kuliah Pendahuluan fisika Zat Padat banyak membicarakan materi dalam ukuran mikro yang tidak bisa di amati dengan panca indra secara langsung. Oleh karena itu, pada materi tersebut mahasiswa dituntut memahami konsep yang bersifat abstrak, selain itu materi tersebut memerlukan kemampuan merepresentasi konsep fisika dan melatih mahasiswa dalam mengkonstruksi pemahaman menggunakan bahasanya sendiri.

Studi awal yang dilakukan pada mahasiswa di Program Studi Pendidikan Fisika (FKIP) Universitas Sriwijaya angkatan 2012, hasilnya menunjukkan bahwa profil kecerdasan yang dimiliki oleh mahasiswa sangat beragam. Dari 20 mahasiswa yang mengikuti tes kecerdasan jamak, 35% mahasiswa memiliki kecerdasan musik yang dominan, 25% mahasiswa memiliki kecerdasan intrapersonal yang dominan, mahasiswa yang memiliki kecerdasan dominan linguistik, dan interpersonal masing-masing sebesar 10%, sedangkan 20% mahasiswa lain yang memiliki kecerdasan dominan ganda. Mahasiswa yang memiliki kecerdasan dominan logika-matematika masuk kedalam 20% mahasiswa yang memiliki kecerdasan dominan ganda. Hasil tes ini menunjukkan bahwa tidak semua mahasiswa pendidikan fisika memiliki kecerdasan logika-matematika yang dominan, sehingga penggunaan multipreasetasi dalam proses pembelajaran Pendahuluan Fisika Zat Padat bias menjadi potensi yang dapat dioptimalkan agar proses komunikasi pembelajaran fisika bias berjalan dengan baik, dan bias diterima oleh semua peserta didik yang memiliki kecerdasan beragam.



Dalam hampir semua proses pembelajaran, kemampuan membangun argumentasi belum banyak mendapat perhatian. Para pakar pendidikan sains mulai mengkaji pembelajaran sains sebagai sarana untuk membangun pengetahuan melalui proses sosial. Para ilmuwan dalam membangun kerja ilmiah tidak hanya terbatas pada kegiatan mengkaji suatu fenomena dan melakukan pengujian terhadap fenomena yang muncul, tetapi juga membangun argumentasi agar temuannya dapat dikomunikasikan sehingga mampu meyakinkan komunitas ilmiah tentang realita kebenaran hasil temuan dan hal tersebut menjadi bukti bagaimana proses sosial memegang peranan penting dalam membangun pengetahuan. Kerja ilmiah dalam bentuk membangun argumentasi sering terlupakan untuk dikembangkan dalam pembelajaran sains di kelas. Dalam membangun argumentasi, tentunya diperlukan alat/sarana agar proses argumentasi tersebut dapat berlangsung dengan optimal. Gagasan pengembangan kemampuan berargumentasi bagi peserta didik merupakan upaya melatih peserta didik agar mampu mengkonstruksi pengetahuan sehingga penguasaan peserta didik terhadap konsep menjadi lebih kokoh.

Membangun representasi konsep merupakan kompetensi yang harus dimiliki oleh mahasiswa calon guru dan kemampuan merepresentasikan konsep-konsep merupakan sarana yang dapat digunakan peserta didik untuk membangun argumentasi secara ilmiah.

2. Hasil Tahap Perancangan Program

Penyusunan desain awal meliputi perancangan sintaks-sintaks pembelajaran ajar berbasis multirepresentasi. Draft desain model perkuliahan Pendahuluan Fisika Zat Padat Berbasis Multirepresentasi (PFZP-MR) diawali dengan menyusun sintaks-sintaks model Perkuliahan Fisika Zat Padat Berbasis Multirepresentasi (PFZP-MR). Penyusunan desain awal model PFZP-MR dilakukan setelah dilakukan kajian yang mendalam terhadap teori dan berbagai analisis pada tahap studi pendahuluan. Rancangan awal Model PFZP-MR merujuk pada kerangka kerja IF-SO (*IF-SO frame work*) Waldrip *et.al.* (2010), dan model PPMB-MR (Ismet, 2013) dan selanjutnya dirumuskan dalam bentuk sintaks atau urutan langkah-langkah pembelajaran. Awalnya (sebelum *expert review*) sintaks PFZP-MR terdiri atas 7 fase yaitu;

1. Fase 1: Penyajian fenomena. Pada fase ini, dosen menyajikan fenomena-fenomena fisis secara langsung ataupun melalui video, simulasi, dan atau animasi
2. Fase 2: Identifikasi konsep-konsep Kunci. Pada fase ini dosen dan mahasiswa mengidentifikasi konsep-konsep kunci yang ada pada setiap topik/sub topic pembelajaran
3. Fase 3: Eksplorasi konsep. Pada fase ini mahasiswa melakukan aktivitas untuk menggali konsep-konsep secara verbal
4. Fase 4: Konstruksi representasi. Pada fase ini mahasiswa membangun beragam representasi (multirepresentasi) untuk merepresentasikan konsep-konsep sains yang sudah diidentifikasi
5. Fase 5: Internalisasi dan konsolidasi konsep. Pada fase ini dosen memfasilitasi mahasiswa dalam mengkomunikasikan hasil pemikirannya melalui presentasi representasi yang sudah dibangun. Mahasiswa kelompok lain menyampaikan pendapat
6. Fase 6: Evaluasi. Pada fase ini dilakukan review hasil kerjanya yang sudah dibangun mahasiswa dan membandingkan dengan representasi *expert* (dosen atau representasi standar yang ada di bahan ajar Fisika Zat Padat)
7. Fase 7. Rekonstruksi konsep. Pada fase ini mahasiswa mengkonstruksi ulang representasi atau merepresentasikan kembali konsep-konsep sains berdasarkan masukan pada fase evaluasi.



3. Tahap Pengembangan Produk

Padatahappengembangandilakukan *judgment* (penilaianpakar) terhadap desain model pembelajaran dilakukan oleh pakar yang mendalami masalah pembelajaran sains. Berdasarkan penilaian pakar terhadap desain awal model pembelajaran, dimana perkuliahan ditinjau dari (1) aspek isi mengenai kebenaran, kedalaman dan keluasan konsep, (2) aspek struktur alur penyajian, dan pengorganisasian pembelajaran, dan (3) aspek relevansi sudah baik. Namun demikian, expert menyarankan agar ada suatu fase dalam pembelajaran yang memberikan kesempatan pada mahasiswa untuk melakukan interelasi representasi dari satu representasi ke representasi lainnya, serta sebuah tahap dimana mahasiswa diberi kesempatan untuk memperbaiki representasinya atau mengkonstruksi ulang (re-representasi) berdasarkan masukan pada fase evaluasi. Dengan demikian sintaks-sintaks pembelajaran PFZP-MR tetap dalam 7 fase, hanya saja nama fase mengkonstruksi representasi diubah namanya menjadi fase interelasi konsep-konsep.

4. Kesimpulan dan Saran

Telah berhasil dirancang sebuah disain pembelajaran Pendahuluan Fisika Zat Padat berbasis Multi Representasi. Karakteristik model perkuliahn PFZP-MR terdiri atas 7 fase yaitu: Penyajian fenomena, fase Identifikasi konsep-konsep Kunci, Eksplorasi konsep, konstruksi representasi, internalisasi dan konsolidasi konsep, evaluasi dan fase interelasi konsep.

Daftar Rujukan

- Ainsworth S., Prain V., & Tytler, R. (2011). "Drawing to Learn in Science". *Science*. 333, 1096-1097.
- Cross, D., Taasobshirazi, G., Hendricks, S., & Hickey, D., (2008). Argumentation: a Strategy for Improving Achievement and Revealing Scientific Identities. *International Journal Of Science Education*. 30 (6):837-861.
- Duschl, R. 2008. Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Discourse. *Science*, 328(5977), 463-466. doi, 10.1126/science.1183944
- Erduran, S., & Maria, Pj., (2008). *Argumentation in Science Education*. London: Springer Science.
- Erduran, S., Osborne, J & Simon (2004). Taping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science education*, 88, 915-933
- Etkina, E. (2006). "Scientific abilities and Their Assesment". *PhysicReviewSpecialTopics-PhysicsEducationResearch*. 2, 020103.
- Etkina, E. 2005. Preparing Tomorrow's Physics Teachers". Forum on Education of The American Physical Society.
- Gall, M.D., Gall, J.P., & Borg, W.R. (2003). *Educational Research: An Introduction 7th Edition*. United States: Perason Education, Inc.
- Ismet. (2013a). *Pengembangan Program Perkuliahan Mekanika Berbasis Multiple Representations Untuk Meningkatkan Kecerdasan Spasial (Spatial Intelligence) Mahasiswa Calon Guru*. Disertasi SPS UPI Bandung : (tidak diterbitkan)
- Ismet. (2013b). Multiple Representations-Based Mechanics Learning: A Case Study in Kinematics. *Prosiding international conference Teoritical and applied Physic. Universitas Negeri Malang, 11 Oktober 2013*.



- Ismet, Liliawati, Setiawan. (2013). Profil kecerdasan spasial mahasiswa pada perkuliahan mekanika Berbasis multipel representasi. *EDUSAINS. Volume 05 Nomor 01 Tahun 2013*, 71- 80
- McDermott, L. C.(1990).“Research and computer-based instruction: Opportunity for interaction”, *Am. J. Phys.* 58, 452–462.
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science, The Role of collaborative, critical Conceptual, Epistemic and Social Learning Goals. *Review of Research in Education*. 32, 268–291.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. 2004. Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.
- Roshayanti, F. (2012). *Pengembangan model asesmen argumentatif untuk mengukur keterampilan argumentasi mahasiswa pada konsep fisiologi manusia*. DisertasiSPS UPI Bandung : (tidakditerbitkan)
- Rebello, N. S. (2012). “Representational task formats and problem solving strategies in kinematics and work”. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research* 8, 010126 (2012)
- Schmidt, W. H., Cogan, L., & Richard, H. (2011).“The role of opportunity to learn in teacher preparation: an international context”. *Journal of Teacher Educatio*. 62 (2),138-153. Tersedia di <http://www.highbeam.com/doc/1G1-252384453.html>, diakses pada 6Maret 2012.
- Sutopo. (2013). *The Use of Representational Approach to Improve Students' Learning in Mechanics in Selected Topic of The School Physics Course*. DisertasiSPS UPI Bandung :Tidakditerbitkan.