

PENGEMBANGAN MODUL EKSPERIMEN FISIKA MATERIAL *SOLAR CELL* BERBASIS TPACK

Boisandi¹, Anita²

^{1,2}Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas P. MIPA & Teknologi,
IKIP-PGRI Pontianak, Jalan Ampera No.88. Pontianak 78116

¹e-mail: bsandi2012@gmail.com

Abstrak

Penelitian bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik perangkat praktikum berbasis TPACK yang dikembangkan. Penelitian mengacu pada desain penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yaitu: (1) Studi pendahuluan; (2) Perancangan program; (3) Pengembangan program; dan (4) Validasi program. Berdasarkan hasil validasi dan analisis data penelitian, telah dihasilkan modul eksperimen fisika solar *cell* berbasis *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) yang telah melalui tahap analisis, perancangan, dan pengembangan. Adapun hasil validasi secara keseluruhan menunjukkan bahwa modul penuntun praktikum memiliki skor validasi 4,01 dengan kriteria baik hingga sangat baik.

Kata Kunci: Pengembangan Modul Praktikum, Material Solar Cell, TPACK.

Abstract

The aim of this study was to describe the characteristics of practicum devices based TPACK developed. This study refers to research and development design: (1) preliminary study; (2) The design of the program; (3) Development of the program; and (4) Validation program. Based on the result of data validation and analysis, have produced experimental physics experiment module-based solar cell TPACK which had been through the stage of the analysis, design and development. The overall validation results revealed that the guidance module validation practicum has a score of 4.01 with the criteria of good to very good.

Keywords: *Development, Modules Practicum, Solar Cell Materials, TPACK.*

PENDAHULUAN

Eksperimen fisika merupakan salah satu mata kuliah keahlian yang diterapkan dalam kurikulum program studi Pendidikan Fisika IKIP PGRI Pontianak. Kompetensi mahasiswa yang diharapkan dari mata kuliah tersebut adalah agar mahasiswa dapat menghayati berbagai konsep dan prinsip fisika dengan melakukan berbagai eksperimen fisika dan mampu mengembangkan kreativitas dalam merancang percobaan, termasuk membuat alat bantu pengajaran fisika SMA. Sebagai calon guru fisika, mahasiswa pada program studi tersebut dituntut untuk memiliki wawasan yang luas tentang kemampuan mengelola pembelajaran. Hal ini sesuai dengan tujuan pendidikan Guru sains pada LPTK di

Indonesia, yaitu untuk menghasilkan calon Guru sains yang berwawasan luas tentang kependidikan, serta memiliki kemampuan atau keterampilan dalam merancang, melaksanakan, dan mengelola kegiatan pembelajaran (Ditjen Dikti, 2008). Terkait hal dimaksud, maka aktivitas pembelajaran yang dilakukan calon Guru fisika dalam eksperimen fisika sudah tentu harus mendukung kinerjanya saat menjadi guru fisika di sekolah. Mengacu pada kompetensi mahasiswa yang telah ditetapkan program studi, maka dapat disebutkan bahwa praktikum memungkinkan mahasiswa dapat menghayati konsep dasar fisika berdasarkan pengetahuan teoretis.

Fisika material sel surya merupakan mata kuliah pilihan yang ada di Program studi Pendidikan Fisika IKIP PGRI Pontianak. Materi ajar tersebut memperkenalkan aplikasi teknologi nano dan semikonduktor untuk pengembangan sel surya. Untuk mengamati perkembangan tersebut, tentu memerlukan peralatan alisis yang belum sepenuhnya tersedia di laboratorium. Oleh karenanya, diperlukan media alternatif supaya praktikum bisa terlaksana.

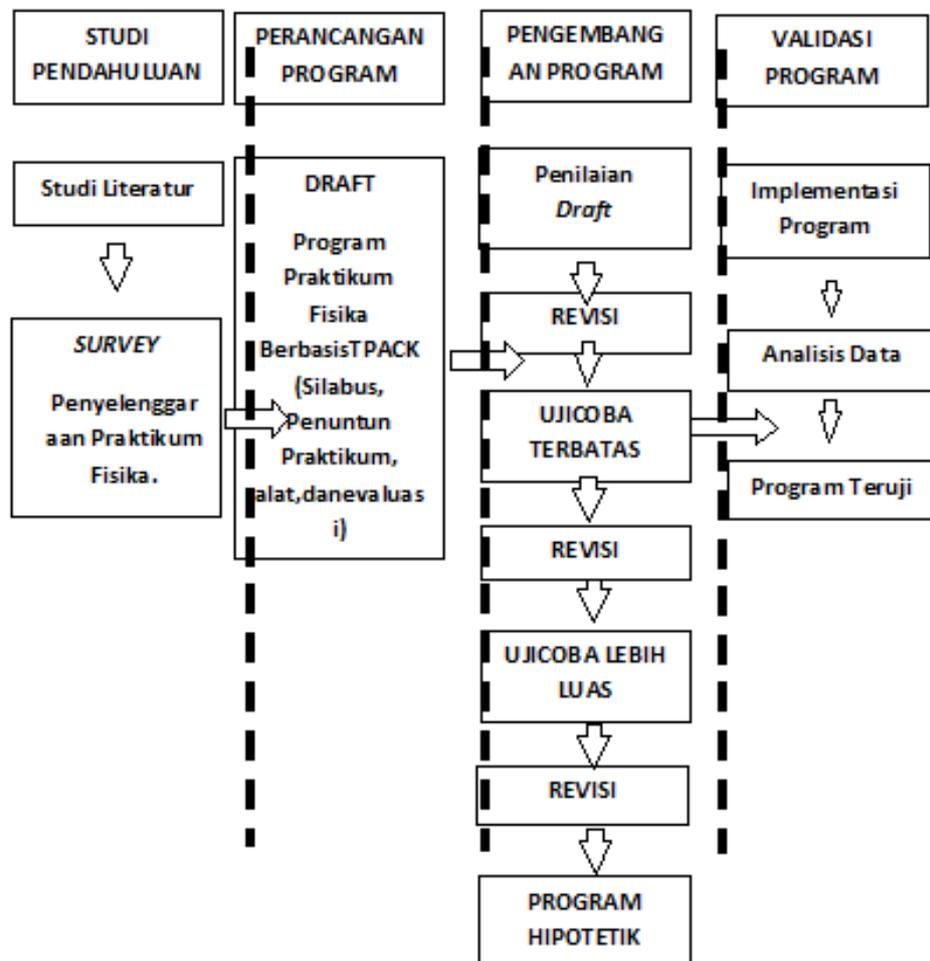
Mishra dan Koehler (2006) memperkenalkan kerangka kerja TPACK dalam proses pembelajaran, yaitu tiga komponen pengetahuan penting yang harus dimiliki pendidik berupa penguasaan materi sesuai dengan kualifikasi dan kompetensi dalam kurikulum, pedagogi, dan teknologi baik tradisional (misalnya papan tulis) maupun maju (misalnya komputer). Hal tersebut sejalan dengan tuntutan pembelajaran abad 21 dimana penguasaan teknologi baik biasa, seperti papan tulis, dan maju, seperti komputer tidak bisa ditawar lagi.

Mengingat pentingnya praktikum dalam pembelajaran fisika, yaitu sebagai suatu cara untuk membentuk pemahaman dan pengalaman sains mahasiswa, maka tujuan penelitian yang dilakukan adalah untuk mendeskripsikan karakteristik perangkat praktikum berbasis TPACK yang dikembangkan. Karakteristik perangkat praktikum yang dikembangkan berupa komponen integrasi TPACK, komponen kebahasaan, dan komponen tampilan. Oleh karenanya, penelitian dilakukan untuk pengembangan modul eksperimen fisika material *solar cell* berbasis TPACK. Penelitian yang dilakukan diharapkan memberikan alternatif pemecahan masalah bagi mahasiswa dalam pelaksanaan praktikum dan

menyediakan sumber belajar yang bervariasi bagi mahasiswa baik digunakan secara individu atau kelompok. Penelitian yang dilakukan dapat digunakan sebagai bahan referensi bagi penelitian yang sejenis dalam lingkup penelitian yang lebih luas.

METODE

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Pendidikan Fisika IKIP PGRI Pontianak Kalimantan Barat. Penelitian mengacu pada desain penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) menurut Gall, dkk. (2003) yaitu: (1) Studi pendahuluan; (2) Perancangan program; (3) Pengembangan program; dan (4) Validasi program, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Penelitian

Gambar 1 menunjukkan Desain Penelitian Pengembangan dengan Langkah-langkah dijelaskan sebagai berikut: (1) Studi pendahuluan berupa studi literatur dan *survey* penyelenggaraan praktikum ; (2) Perancangan program berupa penyusunan *draft* perangkat pendukung praktikum fisika material *solar cell*; (3) Pengembangan program berupa penyusunan *draft* dan penilaian, revisi, uji coba terbatas, revisi, dan program hipotetik; dan (4) Validasi program berupa implementasi program, analisis data, dan program teruji. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian adalah teknik komunikasi tidak langsung. Adapun alat pengumpul data yang digunakan adalah angket validasi ahli digunakan untuk mengumpulkan data validasi ahli terkait rancangan modul praktikum berbasis kerangka TPACK yang telah dibuat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan dalam penelitian pengembangan terdiri dari proses desain modul eksperimen, pengembangan, evaluasi, dan penggunaan modul eksperimen untuk menghasilkan produk berupa modul eksperimen yang efektif. Kualitas hasil pengembangan sangat ditentukan oleh teknik evaluasi yang digunakan peneliti. Hasil penelitian yang akan dikemukakan adalah tahap pengembangan modul penuntun praktikum mata kuliah Fisika *Solar Cell* berbasis TPACK yang dikembangkan dengan menggunakan rancangan ADDIE mulai dari tahap analisis (*analysis*), tahap perancangan (*design*), hingga tahap pengembangan (*development*). Tahap penerapan (*implementation*), dan tahap evaluasi (*evaluation*) direncanakan akan dilakukan pada penelitian tahap kedua. Rincian kegiatan untuk masing-masing tahap pengembangan model tersebut adalah sebagai berikut.

Hasil Tahapan Analisis (*Analysis*)

Pada tahapan analisis, dilakukan analisis dari mata kuliah Fisika *Solar Cell* yang memuat praktikum yang dilaksanakan laboratorium. Analisis dalam tahapan

analisis merupakan analisis awal sebelum dilakukan pengembangan modul. Dalam tahapan analisis, dilakukan indentifikasi hal-hal yang menjadi kebutuhan dalam pengembangan modul dan indentifikasi identitas mata kuliah.

Fisika material *solar cell* merupakan salah satu mata kuliah pilihan yang ada di semester 6. Mata kuliah tersebut yang termasuk ke dalam kategori mata kuliah keahlian (MKK) dengan kode mata kuliah MKK 3206513 dengan bobot sks sebanyak 2 sks. Dalam mata kuliah tersebut, *learning outcome* yang ingin dicapai adalah setelah mengikuti perkuliahan mahasiswa diharapkan dapat memahami konsep-konsep fisika material *solar cell*, hukum-hukum fisika zat padat, karakteristik tegangan, rapat arus dan efisiensi sel surya serta mengamati karakteristik sifat optik sel surya. Kemampuan akhir yang diharapkan adalah mahasiswa dapat: (1) mengukur energi matahari dan konversinya sebagai energi listrik; (2) menghitung karakteristik tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}); (3) menghitung rapat arus hubungan singkat (J_{sc}) dari Grafik arus dan tegangan (I-V) sel surya; (4) menghitung karakteristik daya maksimum (P_{max}); (5) menghitung *fill factor* (FF) dari Grafik I-V sel surya; (6) menghitung Efisiensi Sel surya (η_{ef}); (7) menerapkan teknik *slip casting* untuk Preparasi lapisan tipis TiO_2 ; (8) mengamati karakteristik sifat optik *dye* organik alam; (9) membuat elektrolit untuk DSSC; dan (10) menerapkan teknik *slip casting* untuk preparasi lapisan tipis karbon.

Setelah dilakukan indentifikasi identitas mata kuliah, selanjutnya dilakukan penjabaran indikator mata kuliah yang akan dicapai melalui kegiatan praktikum. Indikator atau kemampuan akhir yang dijabarkan dalam tujuan praktikum atau tujuan percobaan. Adapun tujuan praktikum mata kuliah fisika material *solar cell* dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Tujuan Eksperimen Fisika Solar Cell

No	Judul Eksperimen	Tujuan Eksperimen
1	Eksperimen Energi Surya	1. Mahasiswa mampu mengukur energi matahari dan konversinya sebagai energi listrik
2	Eksperimen Karakteristik V_{oc} dan J_{sc}	1. Mahasiswa mampu menghitung karakteristik tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}) 2. Mahasiswa mampu menghitung rapat arus hubungan singkat (J_{sc}) dari Grafik arus dan tegangan (I-V) sel surya
3	Eksperimen Karakteristik P_{max} dan $Fill\ factor\ (FF)$	1. Mahasiswa mampu menghitung karakteristik daya maksimum (P_{max}) 2. Mahasiswa mampu menghitung $fill\ factor\ (FF)$ dari Grafik I-V sel surya
4	Eksperimen Efisiensi Sel surya	1. Mahasiswa mampu menghitung Efisiensi Sel surya (η_{ef})
5	Eksperimen Elektroda kerja DSSC	1. Mahasiswa mampu menerapkan teknik <i>slip casting</i> untuk Preparasi lapisan tipis TiO_2
6	Eksperimen Pewarna (Dye) Organik alam	1. Mahasiswa dapat mengamati karakteristik sifat optik <i>dye</i> organik alam
7	Eksperimen Elektrolit DSSC	1. Mahasiswa dapat membuat elektrolit untuk DSSC
8	Eksperimen elektroda lawan DSSC	1. Mahasiswa dapat menerapkan teknik <i>slip casting</i> untuk Preparasi lapisan tipis carbon

Selanjutnya setelah ditetapkan tujuan percobaan yang akan dilakukan, maka tahapan analisis selanjutnya adalah mengidentifikasi kebutuhan referensi untuk menunjang dalam melakukan perancangan modul praktikum. Terdapat beberapa referensi berupa buku teks dan jurnal internasional yang dapat digunakan dalam menunjang perancangan modul praktikum sebagai berikut: (1) Buku *Thin Film Solar Cells: Fabrication, Characterization and applications* karangan Wiley&Son tahun terbit 2006, The Atrium, Southern gate, Chechester, England; (2) Buku *Pigment in Vegetables: Chlorophylls and Carotenoids* oleh Gross J. Pada tahun 1991, penerbit Van Nostrand Reinhold, New York; (3) Jurnal internasional berjudul *Evaluation and selection of tomato accessions* (Solanum section

Lycopersicon) for content of lycopene, b-carotene and ascorbic acid, oleh Adalid A.M., Rosello' S., Nuez F., ,di *Journal of Food Composition and Analysis, Elsevier*, nomor 23 pada tahun 2010 halaman 613–618; (4) Jurnal internasional berjudul Metal Nanoparticles and Carbon-Based Nanostructures as Advanced Materials for Cathode Application in Dye-Sensitized Solar Cells (*Review Article*), oleh Calandra P., Calogero G., Sinopoli A., and Gucciardi P G., 2010,pada *International Journal of Photoenergy*, Volume 2010, Article ID 109495, di publikasikan Hindawi Publishing Corporation; (5) Jurnal internasional berjudul Dye-Sensitized Solar Cells with Conversion Efficiency of 11.1% oleh Chiba Y., Islam A., Watanabe Y., Komiya R., Koide N., and Han L, Pada tahun 2006, dalam *Japanese Journal of Applied Physics* Vol. 45, No. 25, pp. L638–L640; dan (6) Jurnal internasional berjudul Photocurrent generated on a carotenoid-sensitized TiO₂ nanocrystalline mesoporous electrodeoleh Gao F. G., Bard A. J., Kispert L. D., pada tahun 2000, dalam *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 130 (2000) 49–56.

Tahapan analisis selanjutnya adalah identifikasi kebutuhan alat dan bahan yang akan digunakan dalam percobaan fisika *solar cell*. Alat dan bahan yang akan digunakan disesuaikan dengan tema setiap percobaan untuk mencapai tujuan dari percobaan *solar cell*. Alat dan bahan yang digunakan selanjutnya akan dicantumkan dalam daftar peralatan dalam modul praktikum. Alat dan bahan utama yang digunakan dalam percobaan *solar cell* adalah *Solar Power Meter*, *Magnetic Stirrer*, *HotPlate*, Serbuk TiO₂, *Carbon Pensil*, Elektrolit, *Resistor irrisible*, Lampu Xenon, dan Kabel Penghubung.

Hasil Tahapan Perancangan (*Design*)

Tahapan perancangan dalam penelitian dilakukan untuk mendesain modul praktikum. Modul praktikum analisis rangkaian listrik dikembangkan berbasis TPACK. Penggunaan modul praktikum berbasis TPACK diharapkan dapat meningkatkan kinerja mahasiswa dalam melakukan percobaan sehingga dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Pengembangan modul praktikum berbasis TPACK merupakan integrasi dari materi ajar, pedagogi, dan teknologi dalam proses belajar mengajar.

Hasil Tahapan Pengembangan (*Development*)

Tahapan pengembangan dilakukan dengan cara melakukan uji validitas modul praktikum dan ujicoba modul praktikum. Data yang dikumpulkan berupa data hasil uji validitas modul dan data berupa hasil belajar mahasiswa setelah menggunakan modul berbasis TPACK.

Data Hasil Validitas

Validitas modul ekaperimen fisika *solar cell* dilakukan dengan menggunakan validitas ahli yang meliputi tiga komponen yaitu komponen kelayakan isi materi, komponen integrasi TPACK, serta komponen kebahasaan dan komponen penyajian. Skor penilaian validasi modul eksperimen setiap aspek pada tiap komponen menggunakan skala likert yang terdiri dari: Sangat Baik (skor 5), Baik (skor 4), Cukup (skor 3), Kurang (skor 2) dan Sangat Kurang (skor 1).

Hasil validasi untuk setiap indikator validasi modul eksperimen persentase kelayakan dengan rata-rata tiap indikator sebesar 4,01 sebagai berikut: Hasil validitas menunjukkan bahwa pada komponen kelayakan isi materi memiliki skor validitas 4,33. Hasil validitas menunjukkan bahwa pada komponen integrasi inkuiri memiliki skor validitas 3,78. Hasil validitas menunjukkan bahwa pada komponen kebahasaan memiliki skor validitas 3,67. Hasil validitas menunjukkan bahwa pada komponen tampilan memiliki skor validitas 4,25.

Adapun kritik dan saran yang diberikan oleh ahli adalah sebagai berikut: (1) Materi yang disajikan agar dilengkapi dengan teori-teori maupun jurnal yang lebih relevan; (2) Penyajian simbol-simbol, gambar dan rumus-rumus yang digunakan harus konsisten; dan (3) Penyajian gambar harus lebih diperjelas lagi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan telah dihasilkan modul eksperimen fisika *solar cell* berbasis TPACK yang telah melalui tahap analisis, perancangan, dan pengembangan. Adapun kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut: hasil validasi secara keseluruhan menunjukkan bahwa modul penuntun praktikum memiliki rata-rata skor validasi 4,01 dengan kriteria baik hingga sangat baik. Hasil validitas menunjukkan bahwa pada komponen

kelayakan isi materi memiliki skor validitas 4,33 dengan kriteria baik-sangat baik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa: (1) Hasil validitas menunjukkan bahwa pada komponen integrasi TPACK memiliki skor validitas 3,78 dengan kriteria cukup-baik; (2) Hasil validitas menunjukkan bahwa pada komponen kebahasaan memiliki skor validitas 3,67 dengan kriteria cukup-baik; dan (3) Hasil validitas menunjukkan bahwa pada komponen tampilan memiliki skor validitas 4,25 dengan kriteria baik-sangat baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 2003. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bina Aksara.
- Calandra P., Calogero G., Sinopoli A., & Gucciardi, P. G. 2010. Metal Nanoparticles and Carbon-Based Nanostructures as Advanced Materials for Cathode Application in Dye-Sensitized Solar Cells (*Review Article*), Hindawi Publishing Corporation, *International Journal of Photoenergy*, Volume 2010, Article ID 109495, 15 pages, doi:10.1155/2010/109495.
- Creswell, W. J. & Clarck, P. L. V. 2007. *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. London: Sage Publications, Inc.
- Cropley A. J. & Cropley, D. H. 2008. Fostering and Measuring Creativity and Innovation: Individuals, Organisations and Products. *Cambridge Journal of Education*, 38: 355-373.
- Depdiknas. 2008. *Teknik Penyusunan Modul*. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Ditjen Dikti. 2008. *Kurikulum Pendidikan MIPA S-1*. Jakarta: Dikti.
- Etkina, E., Murthy, S., & Zou, X. 2006. Using Introductory Labs to Engage Students in Experimental Design. *American Journal of Physics*, 74: 979.
- Evans, J. R. 2003. *Creative Thinking: In the Decision and Management Sciences*. University of Cincinnati Singapore: South-Western Publishing Co.
- Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. 2003. *Education Research: An Introduction. Seventh Edition*. Boston: Pearson Education, Inc.
- Hake, R. R. 1999. Analyzing Charge/Gain Score [Online]. Tersedia: <http://www.physics.indiana.edu/~sdi/AnalyzingChange-Gain.pdf>. [27 Desember 2015].
- Mishra, P. & Koehler, M. J. 2006. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*. 6 (108): 1017-1054.
- Munandar, S. C. U. 1999. *Kreativitas dan Keberbakatan: Strategi Mewujudkan Potensi Kreatif dan Bakat*. Jakarta: Bina Aksara.
- Reif, F. 1995. Millikan Lecture 1994: Understanding an Teaching Important Scientific Thought Processes. *American Journal of Physics*. 63 (1).
- Saul, J. & Redish, E. 1998. *An Evaluation of the Workshop Physics Dissemination Project*. Unpublished report, Dep. of Physics, University of Maryland.
- Sugihartono, dkk. 2007. *Psikologi Pendidikan*. Yogyakarta. UNY Press.

Sutrisno. 2011. *Pengantar Pembelajaran Inovatif berbasis Teknologi Informasi & Komunikasi*. Jakarta: Gaung Persada (GP) Press Jakarta. ISBN: 978-602-8807-41-8.