

PERANAN TPACK TERHADAP KEMAMPUAN MENYUSUN PERANGKAT PEMBELAJARAN CALON GURU FISIKA DALAM PEMBELAJARAN POST-PACK

Mar'atus Sholihah, Lia Yuliati, Wartono
Pendidikan Fisika Pascasarjana-Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang. E-mail:maratus236@gmail.com

Abstract: The aim of this research is to study the role of TPACK toward the lesson plan designing ability. Subjects of this research are 19 prospective physics teachers that rolled in P3F class that taught with the POST-PACK learning model. Research design that researcher applied is mixed method embedded experimental model. Results of analysis data show that TPACK has important role and has strong influence toward the lesson plan designing ability. Besides that, results of this research show that the TPACK and the lesson plan designing ability of prospective physics teachers increased because the intervention.

Keywords: TPACK, lesson plan designing ability, prospective physics teacher

Abstrak: Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui peranan TPACK terhadap kemampuan menyusun perangkat pembelajaran. Subjek penelitian adalah sembilan belas calon guru fisika yang mengikuti perkuliahan P3F yang diajar dengan menggunakan model pembelajaran POST-PACK. Desain penelitian yang digunakan adalah *mixed method embedded experimental model*. Hasil analisis menunjukkan bahwa TPACK memiliki peranan yang penting dan memiliki pengaruh yang kuat terhadap kemampuan menyusun perangkat pembelajaran. Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa TPACK dan kemampuan menyusun perangkat pembelajaran calon guru fisika mengalami peningkatan dikarenakan perlakuan yang diberikan.

Kata kunci: TPACK, perangkat pembelajaran, calon guru fisika

Hidup di era digital mengharuskan manusia untuk selalu menggunakan teknologi dalam kehidupannya. Tidak hanya bermanfaat untuk berkomunikasi, teknologi juga memberikan banyak manfaat pada dunia pendidikan. Penggunaan teknologi dalam kegiatan belajar mengajar terutama pada bidang fisika dapat memberikan manfaat untuk meningkatkan motivasi belajar siswa, memvisualisasikan materi, dan dapat membantu proses penyelidikan (Maeng, dkk., 2013; Murley, 2013; dan Tekos dan Solominodou, 2009). Seorang calon guru yang memfasilitasi siswa untuk melakukan penyelidikan dengan menggunakan teknologi dapat memperkuat pemahaman konsep siswa dan melatih keterampilan ilmiah siswa (Maeng, dkk., 2013). Oleh sebab itu, bukan menjadi suatu hal yang aneh jika Kementerian Pendidikan RI melalui Kurikulum 2013 mewajibkan calon guru fisika untuk selalu mengintegrasikan teknologi di setiap kegiatan belajar mengajarnya (Kemendikbud, 2013).

Mengintegrasikan teknologi secara bermakna dalam pembelajaran bukanlah hal mudah, terutama bagi calon guru fisika. Agar dapat memilih teknologi dengan tepat, calon guru fisika harus menguasai materi yang akan diajarkan (Tsoi, dkk., 2015) sehingga dapat menganalisis karakter materi tersebut (Srisawadi, 2012). Tidak hanya itu, calon guru fisika juga harus mempertimbangkan untuk memilih strategi mengajar yang sesuai dengan teknologi yang digunakan, dimana hal ini termasuk pada pengetahuan pedagogi (Tan dan Kim, 2012). Jadi, dapat disimpulkan bahwa untuk dapat mengintegrasikan teknologi dengan baik, calon guru fisika harus menguasai pengetahuan konten materi fisika, pedagogi, dan teknologi. Ketiga pengetahuan tersebut saling berinteraksi dan beririsan membentuk *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) (Mishra dan Koehler, 2006).

TPACK merupakan suatu bentuk pengetahuan yang kompleks dan sangat penting bagi calon guru fisika. TPACK adalah pengetahuan yang dibutuhkan agar seorang calon guru fisika dapat menggunakan teknologi yang tepat, yang didasarkan pada analisis karakter materi dan analisis pada aspek pedagogi (Mishra dan Koehler, 2006). TPACK mensyaratkan adanya multi interaksi yang unik dan sinergi antara materi, pedagogi dan teknologi (Mishra, dkk., 2008). Oleh sebab itu, menurut Mishra dan Koehler (2006) TPACK terdiri atas enam komponen pengetahuan, seperti *Technology Knowledge* (TK), *Content Knowledge* (CK), *Pedagogical Knowledge* (PK), *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK), dan *Technological Content Knowledge* (TCK). TPACK yang dimiliki oleh seorang calon guru fisika dapat

memengaruhi cara guru fisika dalam mengajar suatu materi (Srisawasdi, 2012). Cara mengajar seorang calon guru tercermin pada perangkat pembelajaran yang disusunnya.

Perangkat pembelajaran menduduki peranan penting pada pelaksanaan kegiatan belajar mengajar. Oleh sebab itu, seluruh calon guru dibekali dengan kemampuan menyusun perangkat pembelajaran, tidak terkecuali calon guru fisika Universitas Negeri Malang (UM). Calon guru fisika UM dibekali pengetahuan dan dilatih untuk menyusun perangkat pembelajaran pada tiga matakuliah berbeda dan ditempuh pada semester yang berbeda pula. Salah satu matakuliah tersebut adalah Pengembangan Program Pembelajaran Fisika (P3F). Matakuliah P3F adalah matakuliah yang diberikan di semester 6 sebelum calon guru fisika melakukan praktik mengajar di sekolah dalam program Praktik Pengalaman Lapangan (PPL).

TPACK sangat penting bagi kemampuan menyusun perangkat pembelajaran. Calon guru fisika dapat menggunakan teknologi yang baik dalam kegiatan belajar mengajar, jika calon guru dapat mensistesis enam jenis pengetahuan ke dalam perangkat pembelajaran yang disusunnya (Harris, dkk., 2011). Enam jenis pengetahuan tersebut adalah komponen pengetahuan penyusun TPACK, yaitu TK, CK, PK, PCK, TCK, dan TPK (Mishra dan Koehler, 2006). Jadi, dapat dikatakan bahwa perangkat pembelajaran mencerminkan TPACK yang dimiliki oleh seorang calon guru fisika (Harris dan Hofer, 2011).

Hasil studi literatur menunjukkan bahwa beberapa komponen kemampuan menyusun perangkat pembelajaran calon guru Fisika UM masih kurang baik dan perlu untuk ditingkatkan lagi. Komponen kemampuan menyusun perangkat pembelajaran tersebut adalah merencanakan kegiatan pembelajaran, mengorganisir materi ajar, membuat instrumen penilaian, dan memilih teknologi (Purwaningsih dan Yuliati, 2015c). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian pendahuluan yang dilakukan dengan menganalisis tujuh perangkat pembelajaran milik calon guru fisika yang telah menempuh matakuliah P3F pada semester ganjil tahun ajaran 2015/2016. Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa calon guru fisika tidak menggunakan teknologi secara maksimal. Pada umumnya, teknologi hanya digunakan pada kegiatan apersepsi dan penguatan, yang bermanfaat sebagai alat visualisasi materi fisika. Tidak ada seorang pun calon guru yang menggunakan teknologi dalam seluruh aspek kegiatan belajar mengajar seperti dalam hal penilaian (Sholihah, dkk., 2015).

Kurang optimalnya penggunaan teknologi dalam pembelajaran fisika dikarenakan TK yang dimiliki calon guru fisika masih kurang. Hal ini terlihat dari fakta bahwa calon guru fisika tidak mengenal *moodle*, *website design*, dan teknologi lain yang dapat digunakan dalam pembelajaran fisika (Purwaningsih dan Yuliati, 2015c). Pengetahuan teknologi yang rendah mengakibatkan TPACK calon guru fisika rendah. Hal ini dikarenakan TK adalah komponen pengetahuan yang memiliki pengaruh yang positif terhadap TPACK (Ching, dkk., 2011; Pamuk, dkk., 2013; Purwaningsih, 2015).

TPACK dan kemampuan menyusun perangkat pembelajaran calon guru fisika dapat ditingkatkan dengan menerapkan model pembelajaran yang melatih PCK dan terintegrasi teknologi (Purwaningsih dan Yuliati, 2015c). Model pembelajaran yang dimaksud adalah model pembelajaran POST-PACK, yang dikembangkan oleh Dosen Fisika UM. Model pembelajaran POST-PACK terdiri atas enam fase yaitu (1) *focus on the problem*, (2) *describe the physics with mind map and CoRe*, (3) *design lesson plan based on the problem*, (4) *peer assessment and progress of the project*, (5) *implementation of lesson plan*, dan (6) *reflection and evaluation* (Purwaningsih dan Yuliati, 2015b). Pada penelitian ini, calon guru fisika diajar dengan menggunakan model POST-PACK dalam dua tahap. Pada tahap pertama, seluruh tugas dikerjakan secara berkelompok, sedangkan pada tahap kedua dikerjakan secara mandiri. Pada tahap kedua, penelitian dilakukan hanya sampai pada fase ke-4 karena tujuan penelitian adalah untuk menganalisis perangkat pembelajaran tidak sampai kepada menerapkannya ke dalam *micro teaching*. Tujuan penelitian lainnya adalah untuk menganalisis TPACK calon guru fisika sebelum dan sesudah perlakuan diberikan serta menganalisis peranan TPACK terhadap kemampuan menyusun perangkat pembelajaran.

METODE

Desain penelitian yang digunakan adalah *mixed method embedded experimental model*. Selain mengumpulkan data kuantitatif, dilakukan juga pengumpulan data kualitatif yang digunakan sebagai dasar untuk menganalisis besarnya pengaruh perlakuan terhadap variabel yang diteliti (Creswel dan Clark, 2007). Subjek penelitian adalah sembilan belas calon guru fisika yang tengah mengikuti perkuliahan P3F pada semester genap tahun ajaran 2015/2016. Subjek penelitian terdiri atas enam belas mahasiswi dan tiga mahasiswa, dengan rincian empat calon guru fisika pernah mengikuti kursus teknologi seperti *Microsoft Office* dan sepuluh calon guru fisika pernah menjadi guru les privat dengan lama mengajar tiga bulan sampai dua tahun, terhitung dari awal penelitian dilakukan.

Instrumen perlakuan adalah enam buah Satuan Acara Perkuliahan (SAP) dan satu buah Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) yang mencerminkan model pembelajaran POST-PACK. Instrumen pengukuran adalah soal TPACK dan komponen pengetahuan penyusunnya (CK, PK, PCK, TCK, dan TPK), penilaian diri TK dan TPK, rubrik penilaian *Content Representations* (CoRe), rubrik penilaian *mind map*, dan rubrik penilaian perangkat pembelajaran. Semua instrumen telah divalidasi oleh dua dosen Pendidikan Fisika UM dan telah diujicobakan pada calon guru fisika yang telah menempuh matakuliah P3F pada semester ganjil tahun ajaran 2015/2016. Hasil validasi ahli menunjukkan persentase validasi antara 87,22%-95,50%; yang termasuk dalam kategori sangat valid. Hasil uji coba menunjukkan bahwa instrumen yang digunakan valid dan memiliki nilai reliabilitas yang tinggi. Data hasil penelitian dianalisis secara kuantitatif (uji statistik deskriptif, uji N-Gain, uji *effect size*, dan uji *spearman rank*) dan analisis kualitatif dengan cara pengkodean level TPACK milik Yeh, dkk. (2015) dan pengkodean pengetahuan penyusun TPACK milik Ching (2011).

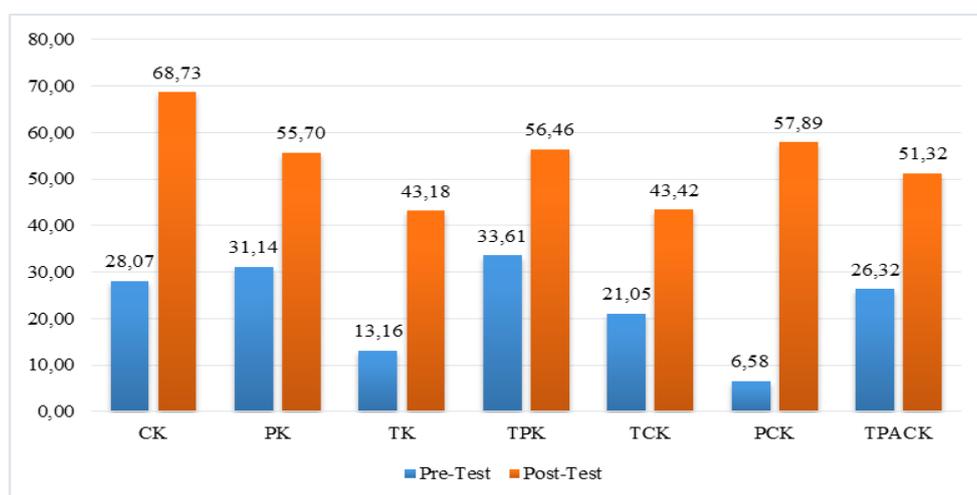
Penelitian dimulai dengan kegiatan pre-test yang menggunakan tes TPACK dan komponen penyusunnya serta menggunakan penilaian diri TK dan TPK. Setelah itu, calon guru fisika diajar dengan menggunakan model pembelajaran POST-PACK selama sembilan kali pertemuan. Perkuliahan P3F dilakukan dua kali dalam seminggu, dengan durasi untuk setiap pertemuan adalah 2x50 menit. Dua pertemuan pertama adalah untuk mendiskusikan materi, empat pertemuan berikutnya termasuk ke dalam penerapan model pembelajaran POST-PACK tahap pertama, sedangkan tiga pertemuan sisanya masuk ke tahapan kedua. Selama perlakuan diberikan, calon guru fisika diminta untuk membuat *mind map* dan menjawab pertanyaan CoRe. Selain itu, selama perkuliahan berlangsung dilaksanakanlah penilaian terhadap keterlaksanaan perkuliahan P3F. Setelah perlakuan selesai dilakukan post-test dan setiap calon guru fisika diminta untuk mengumpulkan perangkat pembelajaran yang telah disusunnya.

HASIL

Peranan TPACK terhadap kemampuan menyusun perangkat pembelajaran dapat dianalisis jika, nilai TPACK dan kemampuan menyusun perangkat pembelajaran telah diketahui. Oleh sebab itu, tujuan penelitian lainnya adalah menganalisis TPACK dan kemampuan menyusun perangkat pembelajaran sebelum dan sesudah diajar dengan menggunakan model pembelajaran POST-PACK selama dua tahap. Deskripsi hasil penelitian tentang TPACK dan kemampuan menyusun perangkat pembelajaran calon guru fisika adalah sebagai berikut.

TPACK Calon Guru Fisika UM yang Menempuh Matakuliah P3F pada Semester Genap Tahun Ajaran 2015/2016

TPACK yang dimiliki oleh calon guru fisika dapat diketahui dari hasil pre-test dan post-test. Dikarenakan TPACK adalah suatu pengetahuan yang kompleks yang terdiri atas enam komponen pengetahuan penyusun maka, TPACK dianalisis ke dalam komponen-komponen penyusunnya. Hasil analisis pre-test dan post-test TPACK untuk setiap komponen penyusunnya ditunjukkan pada Gambar 1.



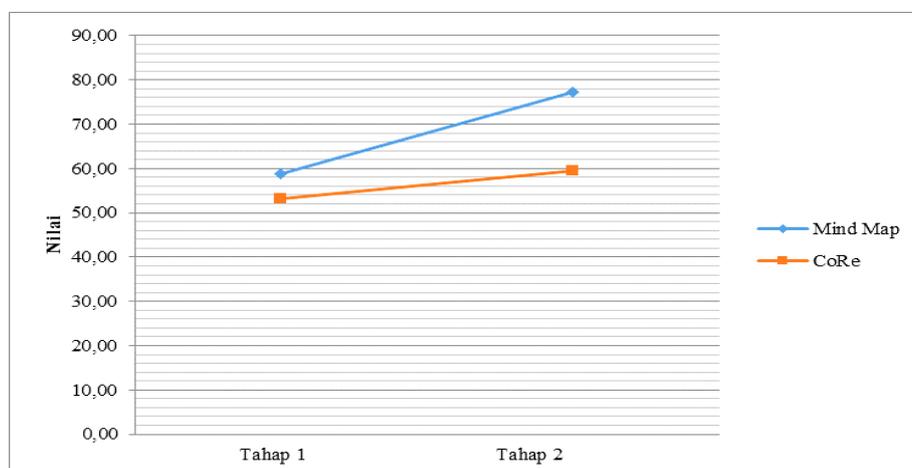
Gambar 1. Rerata Nilai TPACK dan Komponen Penyusun TPACK Calon Guru Fisika

Gambar 1. menunjukkan bahwa TPACK dan seluruh komponen penyusun TPACK yang dimiliki oleh calon guru fisika mengalami peningkatan. Komponen-komponen pengetahuan yang paling pesat peningkatannya adalah PCK diikuti dengan CK dan TK. Pada awal penelitian, TPACK dan komponen pengetahuan lainnya bernilai rendah dikarenakan calon guru fisika tidak mengetahui konsep fisika dengan baik sehingga, tidak dapat menentukan karakter materi tersebut. Hal ini mengakibatkan, calon guru fisika tidak dapat memilih teknologi dan cara yang sesuai untuk mengajarkan materi tersebut. Hal ini terlihat dari jawaban calon guru fisika yang memilih untuk menggunakan media tangki riak atau keping *Compact Disk* (CD) untuk memvisualisasikan peristiwa difraksi dan interferensi yang terjadi pada mata.

Selain itu, diketahui bahwa di awal penelitian calon guru fisika kurang menguasai jenis-jenis dan berbagai bentuk teknologi yang dapat digunakan untuk mengajar fisika. Hal inilah yang menyebabkan calon guru fisika tidak menyebut penggunaan teknologi sama sekali. Pada awal penelitian, delapan belas dari sembilan belas (94,74%) calon guru fisika menyatakan bahwa teknologi hanya dapat digunakan dalam kegiatan mengajar fisika. Teknologi digunakan hanya untuk memvisualisasikan materi fisika atau kegiatan apersepsi dengan menggunakan video atau animasi. Hanya satu calon guru fisika yang memiliki pemikiran bahwa teknologi tidak hanya dapat digunakan pada saat kegiatan mengajar fisika di dalam kelas melainkan, juga dapat digunakan untuk kegiatan penilaian dan menyusun perangkat pembelajaran.

Hasil analisis uji N-Gain menghasilkan nilai 40,26; yang menunjukkan bahwa TPACK calon guru fisika meningkat dengan kategori sedang. Meningkatnya TPACK calon guru fisika diakibatkan oleh perlakuan yang berupa penerapan model

pembelajaran POST-PACK dalam perkuliahan P3F. Hal ini dibuktikan secara kuantitatif dengan uji effect size. Hasil uji effect size menunjukkan nilai 6,26; yang menandakan bahwa model pembelajaran POST-PACK memberikan pengaruh yang kuat terhadap peningkatan TPACK calon guru fisika. Jika dianalisis lebih lanjut, peningkatan TPACK terjadi karena kemampuan membuat mind map dan menjawab pertanyaan CoRe calon guru fisika juga mengalami peningkatan dari tahap 1 ke tahap 2. Nilai peningkatan kemampuan membuat mind map dan menjawab pertanyaan CoRe dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rerata Nilai Membuat *Mind Map* dan Menjawab Pertanyaan CoRe pada Tahap 1 dan 2

Kemampuan Menyusun Perangkat Pembelajaran Calon Guru Fisika yang Menempuh Matakuliah P3F pada Semester Genap Tahun Ajaran 2015/2016

Perangkat pembelajaran yang disusun calon guru fisika pada penelitian ini terdiri atas RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran) dan LKS (Lembar Kerja Siswa). Kemampuan menyusun RPP terdiri atas tujuh komponen sedangkan, kemampuan menyusun LKS terdiri atas empat komponen kemampuan. Pemilihan komponen-komponen kemampuan didasarkan pada TPACK dan analisis Permendikbud No. 103 Tahun 2014. Hasil penilaian perangkat pembelajaran RPP dan LKS pada kedua tahapan ditunjukkan pada Tabel 1. dan Tabel 2.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kemampuan menyusun perangkat pembelajaran calon guru fisika mengalami peningkatan. Kemampuan menyusun perangkat pembelajaran yang paling baik adalah kemampuan merumuskan IPK. Di sisi lain, komponen kemampuan menyusun RPP yang masih kurang adalah kemampuan merencanakan kegiatan pembelajaran, membuat penilaian, serta memilih penggunaan sumber belajar dan teknologi.

Tabel 1. menunjukkan bahwa kemampuan menyusun penilaian adalah satu-satunya komponen kemampuan menyusun RPP yang mengalami penurunan dari tahap 1 ke tahap 2. Analisis instrumen penilaian hasil kerja kelompok, menunjukkan bahwa calon guru mengalami kesulitan dalam membuat soal tes untuk tingkatan ranah kognitif C4 sampai C6. Di sisi lain, hasil analisis RPP kerja mandiri menunjukkan bahwa tiga belas dari sembilan belas (68,42%) calon guru fisika hanya membuat soal tanpa membuat kisi soal. Keseluruhan calon guru fisika juga tidak dapat membedakan indikator pembelajaran dengan indikator butir soal dan tidak menunjukkan ranah kognitif pada setiap soal yang dibuat. Selain itu, hanya satu dari sembilan belas (5,64%) calon guru fisika yang menggunakan *assessment as learning* dalam bentuk penilaian diri dalam RPP. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian pendahuluan, dimana didapati hanya satu dari tujuh (14%) calon guru fisika yang membuat *self assessment* (Sholihah, dkk., 2015).

Komponen kemampuan menyusun RPP yang rendah lainnya adalah kemampuan perencanaan penggunaan teknologi dalam pembelajaran fisika. Pada tahap pertama, delapan (42,11%) calon guru tidak mempertimbangkan penggunaan teknologi sama sekali. Sebelas (57,89%) calon guru fisika lainnya memiliki kesamaan, yaitu hanya menggunakan video pada kegiatan apersepsi. Pada tahap kedua, seluruh (100%) calon guru fisika sudah menggunakan teknologi. Teknologi yang digunakan berupa video dan animasi, yang digunakan untuk menarik perhatian siswa pada kegiatan apersepsi dan memvisualisasikan materi abstrak seperti difraksi gelombang cahaya pada kegiatan penguatan. Hanya satu dari sembilan belas (5,64%) calon guru fisika yang menggunakan teknologi berupa aplikasi sound meter untuk mengukur intensitas bunyi pada kegiatan praktikum.

Tabel 1. Kemampuan Menyusun RPP Hasil Kerja Kelompok dan Individu

Komponen Kemampuan Menyusun RPP	Rerata Nilai	
	Berkelompok	Individu
Merumuskan indikator pencapaian kompetensi (IPK)	60	83
Mengorganisir materi ajar	50	71
Merencanakan kegiatan pembelajaran	62	64
Menyusun penilaian	58	55
Menggunakan media dan alat pembelajaran	25	75
Menggunakan sumber belajar	15	59
Menggunakan teknologi	40	59

Tabel 2. Kemampuan Menyusun LKS Hasil Kerja Kelompok dan Individu

Komponen Kemampuan Menyusun LKS	Rerata Nilai	
	Berkelompok	Individu
Merumuskan tujuan	70	86
Menentukan alokasi waktu	80	95
Merancang kegiatan dan pertanyaan diskusi	35	58
Menentukan penggunaan alat dan bahan	80	87

Delapan belas dari sembilan belas (94,74%) LKS yang dibuat oleh calon guru fisika termasuk ke dalam LKS yang berbasis pada kerja laboratorium. Tabel 2. menunjukkan bahwa nilai rerata komponen kemampuan menyusun LKS mengalami peningkatan. Komponen kemampuan menyusun LKS yang paling rendah adalah kemampuan menyusun kegiatan dan pertanyaan diskusi. Pertanyaan dan langkah praktikum pada LKS kelompok dan individu terlalu menuntun siswa SMA.

Peranan TPACK terhadap Kemampuan Menyusun Perangkat Pembelajaran

Peranan TPACK terhadap kemampuan menyusun perangkat pembelajaran dianalisis dengan menggunakan uji statistik asosiatif non parametris, uji spearman rank. Data yang digunakan adalah nilai akhir TPACK dan kemampuan menyusun perangkat pembelajaran secara individu. Hasil analisis uji spearman rank menghasilkan nilai koefien korelasi sebesar 0,69. Koefisien korelasi hasil hitung lebih besar dari pada nilai korelasi tabel yang bernilai 0,4625 sehingga, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan antara TPACK dan kemampuan menyusun perangkat pembelajaran.

Dikarenakan perangkat pembelajaran mencerminkan TPACK, maka level TPACK calon guru fisika dapat ditentukan berdasarkan analisis perangkat pembelajaran. Level TPACK calon guru fisika ditentukan berdasarkan kriteria koding milik Yeh, dkk. (2015). Hasil analisis menunjukkan bahwa pada tahap pertama, delapan calon guru fisika memiliki level 0, sedangkan sebelas calon guru fisika lainnya berada pada level 2. Di akhir penelitian, level TPACK delapan calon guru fisika menunjukkan peningkatan. Tujuh dari delapan calon guru fisika meningkat level TPACK-nya dari level 0 menjadi level 2. Hanya terdapat satu calon guru fisika yang mengalami peningkatan secara signifikan dari level 0 menjadi level 3, sedangkan sebelas calon guru fisika lainnya bertahan pada level 2.

PEMBAHASAN

Hasil analisis pre-test menunjukkan bahwa TPACK awal calon guru fisika rendah. Hal ini dikarenakan nilai komponen pengetahuan penyusun TPACK yang rendah (Ching, dkk., 2011:1190; Pamuk, dkk., 2013; dan Sumarsono, dkk., 2012:858). Komponen pengetahuan yang rendah adalah TK, CK, dan PCK; dapat dilihat pada Gambar 1. Pada awal perkuliahan, calon guru fisika belum mengenal teknologi yang dapat digunakan untuk mengajar fisika, seperti edmodo, moodle, dan web design. Hal ini, sama dengan hasil penelitian Purwaningsih dan Yuliati (2015c) yang menyatakan bahwa kemampuan calon guru fisika UM masih kurang dalam hal menggunakan moodle dan membuat website pendidikan. Selain itu, sebagian besar calon guru fisika belum mengenal program animasi PhET yang sama dengan hasil penelitian Sumarsono, dkk. (2012:858).

Komponen pengetahuan penyusun TPACK yang paling rendah kedua adalah CK. CK yang dimaksud dalam penelitian adalah pengetahuan materi getaran harmonik sederhana (GHS), gelombang bunyi, dan gelombang cahaya. Materi GHS memang dianggap sulit bagi calon guru fisika. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Purwaningsih (2015) yang menyatakan bahwa pengetahuan materi calon guru fisika UM masih kurang.

Sama halnya dengan komponen pengetahuan dasar penyusun TPACK lainnya (CK dan TK), PK awal calon guru fisika juga menunjukkan nilai yang rendah. Salah satu kemampuan pedagogi calon guru fisika yang masih kurang adalah kemampuan untuk menganalisis rumusan IPK. Hasil analisis jawaban pre-tes dan post-test menunjukkan bahwa calon guru fisika belum dapat menentukan Kata Kerja Operasional (KKO) yang tepat, yaitu KKO yang dapat diukur dan diamati. Hal ini, sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Napitupulu (2013) yang menyatakan bahwa calon guru fisika masih memerlukan bimbingan dan penguatan untuk dapat merumuskan IPK dengan benar. Selain itu, calon guru fisika juga mengalami kesulitan untuk mengevaluasi penggunaan instrumen penilaian yang dapat digunakan untuk mengetahui miskonsepsi siswa. Kurangnya pengalaman dalam berinteraksi secara langsung dengan siswa merupakan faktor utama yang menyebabkan calon guru fisika sulit untuk menentukan penilaian yang tepat untuk mengetahui miskonsepsi yang mungkin dimiliki siswa (Harris, dkk., 2012).

Rendahnya rerata nilai TK, CK, dan PK mengakibatkan komponen pengetahuan hasil integrasi antar tiga pengetahuan tersebut (TPK, TCK, PCK, dan TPACK) juga memiliki nilai rerata yang rendah (Pamuk, dkk., 2013). Analisis jawaban calon guru fisika untuk TCK menunjukkan bahwa calon guru fisika tidak dapat memilih teknologi yang tepat. Hal ini dikarenakan pemilihan teknologi tidak sesuai dengan karakter materi. Ketidaksesuaian antara pemilihan teknologi dengan karakter materi dapat terjadi karena calon guru fisika tidak menguasai materi tersebut (Harris dan Hoffer, 2011:223). Calon guru fisika tidak menguasai konsep difraksi dan interferensi menyebabkan calon guru fisika menggunakan keping CD atau tangki riak untuk memvisualisasikan materi difraksi dan interferensi pada proses melihat di mata, yang bersifat abstrak. Jawaban yang tepat, seharusnya calon guru fisika menggunakan animasi atau simulasi untuk memvisualisasikan materi yang abstrak (Sriswasdi, 2012).

Secara keseluruhan, komponen pengetahuan hasil integrasi yang paling rendah adalah PCK, yang memiliki nilai rerata 7. Penyebabnya adalah calon guru fisika tidak memahami konten materi fisika sehingga tidak dapat menentukan cara untuk mengajarkan materi tersebut. Hal ini dikarenakan komponen pengetahuan yang sangat berpengaruh terhadap PCK adalah CK (Ching, dkk., 2011; Pamuk, dkk., 2013; dan Purwaningsih, dkk., 2015).

Tidak berbeda dengan komponen pengetahuan penyusunnya, TPACK awal calon guru fisika juga rendah. Hasil analisis pre-test menunjukkan bahwa keseluruhan (100%) calon guru fisika tidak mempertimbangkan penggunaan teknologi dalam mengajar materi pemantulan gelombang bunyi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Harris dan Hoffer (2011:223) yang menunjukkan bahwa sebagian besar calon guru tidak menggunakan teknologi dan menjadikannya sebagai keterbatasan sehingga tidak mempertimbangkannya saat menyusun rancangan mengajar suatu materi.

Hasil analisis N-Gain menunjukkan bahwa TPACK calon guru fisika mengalami peningkatan dalam kategori sedang. Peningkatan TPACK yang dimiliki calon guru fisika dipengaruhi oleh perlakuan yang diberikan. Hal ini sesuai dengan keutamaan model pembelajaran POST-PACK, yaitu dapat meningkatkan TPACK yang merupakan pengetahuan dasar yang harus dimiliki calon guru fisika (Purwaningsih dan Yulianti, 2015a). Meningkatnya TPACK calon guru fisika dikarenakan pada perkuliahan dengan menerapkan model pembelajaran POST-PACK, calon guru fisika dibiasakan untuk menggunakan teknologi berupa Edmodo. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Alayyar, dkk. (2013), Ching, dkk. (2010), Maeng, dkk. (2013), dan Yeh, dkk. (2015), dapat diketahui bahwa penggunaan teknologi dalam perkuliahan terbukti mampu meningkatkan TPACK calon guru.

Walaupun demikian, peningkatan TPACK pada kategori sedang menunjukkan belum maksimalnya peningkatan TPACK yang dimiliki calon guru fisika. Alasannya adalah pengetahuan teknologi dan kemampuan menyusun perangkat pembelajaran di perguruan tinggi diajarkan pada matakuliah yang berbeda (McGrath, dkk., 2011), tidak terkecuali di UM. Kemampuan untuk menggunakan teknologi dilatihkan pada matakuliah Aljabar dan Pengembangan Media Pembelajaran Fisika sedangkan kemampuan menyusun perangkat pembelajaran dilatihkan pada matakuliah P3F dan Strategi Pembelajaran Fisika, (SPF). Hal ini menyebabkan calon guru fisika tidak memiliki contoh nyata tentang penggunaan teknologi bermakna dalam kegiatan belajar mengajar fisika. Oleh karena itu, Yeh, dkk. (2015) menekankan pentingnya untuk memberikan contoh nyata penggunaan teknologi dalam mengajar suatu materi fisika yang sesuai dengan TPACK kepada calon guru fisika.

Hasil analisis pre-test dan post-test menunjukkan bahwa komponen pengetahuan lainnya yang meningkat secara signifikan adalah CK dan PCK. Di awal penelitian, pengetahuan konsep calon guru fisika hanya bernilai 28 meningkat menjadi 69 di akhir penelitian. Meningkatnya nilai rerata CK disebabkan oleh adanya tugas membuat *mind map*. Kegiatan membuat *mind map* sangat bermanfaat bagi calon guru (Liu, dkk., 2014), di antaranya calon guru fisika dapat mengidentifikasi cakupan, atribut, serta hubungan antar konsep dari suatu materi (Arends, 2012). Di sisi lain, peningkatan PCK dikarenakan adanya tugas CoRe. Kegiatan menjawab pertanyaan CoRe oleh calon guru fisika dapat menggali kemampuan materi dan pedagogi yang dibutuhkan oleh seorang pengajar untuk mengajarkan suatu materi kepada peserta didik (Loughran, dkk., 2006:23). Hasil penelitian lain yang memiliki hasil yang sama adalah penelitian Anwar, dkk. (2012) dimana dengan menjawab pertanyaan CoRe dapat meningkatkan tingkatan PCK calon guru dari tahap pre-PCK menjadi tahap *growing*.

Gambar 2. menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan menjawab pertanyaan CoRe tidak signifikan peningkatan kemampuan membuat *mind map*. Hal ini dikarenakan untuk dapat menjawab pertanyaan CoRe dengan baik, seorang calon guru fisika harus dapat memperkirakan karakter siswa yang akan diajarkan. Pada kenyataannya, calon guru fisika masih belum memiliki pengalaman untuk berinteraksi dengan siswa. Hal inilah yang menyebabkan calon guru fisika mengalami kesulitan untuk menjawab pertanyaan CoRe. Hasil penelitian ini didukung dengan hasil penelitian Purwaningsih (2015) yang menyatakan bahwa 58% calon guru fisika mengalami kesulitan untuk menjawab pertanyaan CoRe.

Kemampuan Menyusun Perangkat Pembelajaran Calon Guru Fisika yang Menempuh Matakuliah P3F pada Semester Genap Tahun Ajaran 2015/2016

Hasil analisis perangkat pembelajaran menunjukkan bahwa komponen kemampuan menyusun RPP yang meningkat secara pesat adalah kemampuan merumuskan indikator pencapaian kompetensi (IPK). Komponen kemampuan menyusun RPP yang relatif tetap bahkan mengalami penurunan adalah merancang kegiatan pembelajaran, menyusun penilaian, serta menentukan sumber belajar dan teknologi. Empat komponen pengetahuan tersebut masih perlu untuk ditingkatkan lagi. Hasil analisis ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Purwaningsih dan Yulianti (2015c) serta Napitulu (2013).

Kemampuan menyusun instrumen penilaian mengalami penurunan sebesar 2 poin dari 56 menjadi 54. Sebelas dari sembilan belas (57,89%) calon guru fisika menjabarkan soal yang dibuat ke dalam kisi soal yang tidak lengkap. Kisi soal yang dibuat oleh calon guru fisika tidak dilengkapi dengan ranah kognitif, petunjuk penskoran, dan indikator butir soal. Menurut Sutiadi (2013) rendahnya nilai membuat instrumen penilaian dikarenakan sebagian besar calon guru fisika mengalami kesulitan untuk menyusun instrumen penilaian yang sesuai dengan IPK yang telah dirumuskan. Selain itu, berdasarkan analisis RPP hasil kerja kelompok diketahui bahwa, calon guru fisika mengalami kesulitan untuk menyusun instrumen pada ranah kognitif C4—C6. Hal ini terlihat dari tidak adanya instrumen tes untuk ranah kognitif C4—C6 pada bagian penilaian walaupun, IPK yang dirumuskan sudah sampai pada kegiatan menganalisis (C4). Hasil analisis ini sesuai dengan hasil penelitian Purwaningsih (2015) yang menyatakan bahwa 63% calon guru fisika mengalami kesulitan untuk menyusun soal yang *high order thinking* (HOT).

Komponen kemampuan menyusun RPP lainnya, yang bernilai rendah di awal perkuliahan dan akhirnya meningkat adalah kemampuan mengorganisir materi ajar. Hal ini terlihat dari tidak adanya materi ajar yang sesuai untuk IPK dari Kompetensi Dasar (KD) pengetahuan yang telah dirumuskan oleh calon guru fisika. Analisis menunjukkan bahwa calon guru fisika tidak menganalisis kedalaman materi berdasarkan cakupan KD yang tercantum pada Permendikbud Nomor 59 Tahun 2014 namun, lebih mengacu pada bahan ajar teks yang ada (bersifat *teksbook*). Hasil ini sama dengan hasil penelitian pendahuluan tujuh perangkat pembelajaran yang disusun oleh tujuh calon guru fisika yang telah menempuh matakuliah P3F pada semester ganjil tahun ajaran 2014/2015 (Sholihah, dkk., 2015).

Komponen kemampuan menyusun RPP lainnya yang masih kurang adalah kemampuan merancang kegiatan pembelajaran. Kesalahan calon guru fisika dalam merancang kegiatan pembelajaran adalah meletakkan kegiatan apersepsi di kegiatan inti, bukan di kegiatan pendahuluan. Hasil analisis pada kegiatan inti menunjukkan bahwa calon guru fisika masih mengalami kesulitan untuk menerapkan pendekatan saintifik (*saintific approach*) dalam kegiatan belajar mengajar fisika. Hal ini terlihat dari kurang tepatnya perencanaan aktivitas menanya, dimana pada kegiatan menanya yang bertanya adalah calon guru bukan siswa. Hasil penelitian ini, juga dijumpai dalam hasil penelitian Napitapulu (2013).

Hasil penilaian RPP yang ditunjukkan pada Tabel 2. menunjukkan bahwa salah satu komponen kemampuan menyusun perangkat pembelajaran yang masih perlu untuk ditingkatkan adalah kemampuan memilih sumber belajar. Hasil analisis menunjukkan bahwa tujuh belas (89,47%) calon guru fisika sudah memilih untuk menggunakan sumber belajar yang sesuai dan bervariasi (lebih dari 2 bahan ajar yang sesuai). Sumber belajar yang dipilih dikatakan sesuai, jika cocok dengan karakteristik peserta didik (Maulana, 2014), dalam hal ini untuk siswa SMA. Walaupun demikian, masih terdapat satu calon guru fisika yang menggunakan bahan ajar untuk mahasiswa perguruan tinggi dan satu calon guru fisika yang tidak menuliskan komponen sumber belajar di dalam RPP.

Pada saat menyusun perangkat pembelajaran secara berkelompok, delapan dari sembilan belas (44,44%) calon guru fisika tidak mempertimbangkan penggunaan teknologi dalam mengajar fisika. Delapan calon guru ini, lebih memilih menggunakan papan tulis untuk mengajarkan materi GHS pada sistem bandul. Hal ini sesuai dengan pernyataan Isman, dkk. (2007), yaitu guru dan calon guru memiliki kecenderungan untuk menggunakan teknologi klasik (seperti papan tulis dan buku) dalam kegiatan mengajar di kelas. Hasil wawancara menunjukkan bahwa alasan calon guru fisika tidak menggunakan teknologi karena calon guru fisika terbiasa mengajar dengan tidak menggunakan teknologi pada matakuliah sebelum P3F dan tidak memiliki ide tentang teknologi yang dapat dipakai. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian pendahuluan yang telah dilakukan, dimana calon guru fisika yang telah menempuh matakuliah P3F pada semester ganjil tahun ajaran 2014/2015 merasa tidak memiliki pengetahuan yang cukup untuk menggunakan teknologi yang bervariasi untuk kegiatan belajar mengajar fisika (Sholihah, dkk., 2015).

Peningkatan kemampuan menggunakan teknologi yang pesat terjadi pada saat menyusun perangkat pembelajaran secara individu. Keseluruhan (100%) calon guru fisika menggunakan animasi dan video yang digunakan untuk merepresentasikan proses terjadinya suatu fenomena fisika dengan tepat (Srisawasdi, 2012). Penggunaan video dan animasi sebagai alat visualisasi merupakan pilihan yang tepat karena dapat menguatkan konsep siswa dari pada hanya menggunakan bahan ajar (Stelzer, dkk., 2009). Salah satu calon guru fisika lainnya, memanfaatkan aplikasi *sound meter* untuk mengajarkan konsep intensitas bunyi. Penggunaan aplikasi *android* ini sangat tepat, karena menurut Murley, dkk. (2013:1) teknologi dapat meningkatkan motivasi belajar siswa dengan cara meningkatkan frekuensi siswa dalam belajar.

Selain itu, diketahui bahwa tidak ada seorang pun (0%) calon guru fisika yang menggunakan teknologi dalam kegiatan penilaian. Hal ini sama dengan hasil penelitian pendahuluan yang menunjukkan bahwa calon guru fisika yang telah menempuh matakuliah P3F pada semester ganjil tahun ajaran 2014/2015 juga tidak menggunakan teknologi di seluruh aspek pembelajaran, seperti pada kegiatan penilaian. Penyebabnya adalah calon guru tidak memiliki ide-ide tentang teknologi lain yang bisa diterapkan dalam pembelajaran fisika selain *Microsoft Power Point* (Sholihah, dkk., 2015).

Hasil analisis menunjukkan bahwa keseluruhan (100%) LKS yang disusun oleh calon guru fisika adalah LKS yang berbasis pada kerja laboratorium. LKS yang berbasis pada kerja laboratorium sangat sesuai untuk diterapkan dalam pembelajaran fisika (Chusni dan Widodo, 2013). Komponen kemampuan menyusun LKS yang paling rendah adalah kemampuan merancang kegiatan dan pertanyaan diskusi. Hasil penelitian ini sama dengan hasil penelitian Purwaningsih (2015), yang didapati fakta bahwa sebagian besar (61%) calon guru fisika menyusun langkah kerja di LKS seperti resep dalam runtutan yang sangat detail sehingga, tidak mendukung terciptanya kemandirian siswa dalam belajar.

Hasil analisis perangkat pembelajaran hasil kerja kelompok dan individu menunjukkan bahwa kemampuan menyusun perangkat pembelajaran calon guru fisika mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan calon guru fisika diharuskan untuk menjawab pertanyaan CoRe. CoRe yang telah disusun kemudian digunakan sebagai dasar dalam menyusun perangkat pembelajaran. Melalui kegiatan menjawab pertanyaan CoRe, calon guru fisika dapat mempertimbangkan hal-hal yang perlu untuk diperhatikan dalam menyusun suatu perangkat pembelajaran. Menjawab pertanyaan CoRe dapat memengaruhi pemikiran calon guru fisika dalam hal menentukan urutan mengajar suatu topik sehingga, siswa dapat fokus untuk mempelajari pengetahuan dasar yang telah diatur di dalam kurikulum (William, 2012:44). Jika dianalisis lebih lanjut, diketahui bahwa CoRe adalah sekumpulan pertanyaan yang tidak berhubungan dengan teknologi sama sekali. Dikarenakan terbiasa untuk merencanakan pembelajaran dengan tidak menggunakan teknologi melalui CoRe, menyebabkan tidak ada seorang pun (0%) calon guru fisika yang menggunakan teknologi dalam mengajar materi pemantulan bunyi yang merupakan jawaban soal TPACK.

Peranan TPACK terhadap Kemampuan Menyusun Perangkat Pembelajaran

Hasil analisis uji *spearman rank* menghasilkan nilai koefisien korelasi yang positif, yang menandakan bahwa jika seorang calon guru fisika memiliki TPACK yang tinggi maka, calon guru fisika tersebut memiliki kemampuan menyusun perangkat pembelajaran yang tinggi juga. Haris dan Hofer (2011) menyatakan bahwa TPACK yang dimiliki oleh seorang calon guru akan tercermin dari perangkat pembelajaran yang disusunnya. Hal ini dikarenakan TPACK merupakan pengetahuan esensial yang dapat memengaruhi metode pengajaran guru fisika (Srisawasdi, 2012). Oleh sebab itu, level TPACK seorang calon guru dapat dianalisis dengan menggunakan perangkat pembelajaran yang disusunnya.

Di awal penelitian, diketahui bahwa delapan calon guru fisika berada pada Level 0, dan sebelas calon guru fisika berada pada Level 2. Hasil analisis perangkat pembelajaran yang dikumpulkan di akhir penelitian, menunjukkan adanya peningkatan level TPACK dari delapan calon guru fisika. Satu calon guru fisika mengalami peningkatan level TPACK dari level 0 menjadi level 3, tujuh calon guru fisika meningkat dari level 0 menjadi level 2, sedangkan sebelas calon guru fisika lainnya memiliki level yang tetap, yaitu level 2. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan Yeh, dkk. (2015) yang menyatakan bahwa untuk memiliki level TPACK yang tinggi, yaitu pada level 3—4 seorang calon guru harus sudah memiliki pengalaman mengajar antara 10 hingga 15 tahun. Pengalaman mengajar yang tinggi akan mengakibatkan calon guru fisika memiliki sifat spontan untuk memutuskan penggunaan teknologi yang sesuai dengan karakter materi, siswa, lingkungan, sarana dan prasarana sekolah dalam pembelajarannya (Yeh, dkk, 2015).

Menyusun perencanaan pembelajaran yang menggunakan teknologi dan memenuhi kriteria TPACK bukan berarti hanya sekedar menyisipkan penggunaan teknologi dalam pembelajaran. Harris, dkk. (2010) menyatakan bahwa hal utama dalam menyusun perangkat pembelajaran yang menggunakan TPACK terletak pada analisis tujuan dan aktivitas pembelajaran. Berdasarkan analisis tujuan pembelajaran yang harus dicapai dan aktivitas pembelajaran yang dipilih untuk mencapai tujuan pembelajaran tersebut barulah dipilih teknologi yang sesuai. Hal ini sesuai dengan pendapat Wetzel dan Marshall (2011) yang menyatakan bahwa walaupun TPACK dimulai dengan huruf T untuk teknologi, bukan berarti perhatian utama terletak dalam pemilihan teknologi, tetapi malah sebaliknya. Wetzel dan Marshall (2011) memiliki pendapat yang sama dengan Harris, dkk. (2010) yang berpendapat bahwa teknologi baru dapat ditentukan di akhir kegiatan pengambilan keputusan, yaitu ketika tujuan pembelajaran dan aktivitas pembelajaran telah ditentukan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

TPACK memiliki peranan yang penting dan tidak dapat dipisahkan dari kemampuan menyusun perangkat pembelajaran. Seorang calon guru fisika yang memiliki TPACK yang tinggi akan memiliki kemampuan menyusun perangkat pembelajaran yang baik pula. Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa TPACK dan kemampuan menyusun perangkat pembelajaran calon guru fisika meningkat setelah diajar dengan menggunakan model pembelajaran POST-PACK.

Saran

Saran bagi peneliti lain yang hendak melakukan penelitian lanjutan adalah agar melakukan pengkajian literatur tentang instrumen-instrumen yang dapat digunakan untuk mengukur TPACK. Hal ini dikarenakan TPACK adalah suatu topik yang masih berkembang dan akan terus berkembang sehingga akan banyak ditemukan penelitian-penelitian lain yang dapat digunakan untuk menyempurnakan penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR RUJUKAN

- Alayyar, G. M., Fisser, P., & Vogt, J. 2013. Developing Technological Pedagogical Content Knowledge in Pre-Service Science Teachers: Support from Blended Learning. *Australian Journal of Educational Technology*. 2012, (Online), 28 (8): 1298—1316, (<http://www.ajet.com/>, diakses 11 Februari 2015).
- Anwar, Y., Rustaman, N. Y., dan Widodo, A. 2012. Hypothetical Model to Developing Pedagogical Content Knowledge (PCK) Perspective Biology Teachers in Consecutive Approach. *International Journal of Science and Research (IJSR)* ISSN: 2319-7064. (Online), (<http://www.ijer.net/>, diakses 02 Januari 2015).
- Arends, R. I. 2012. *Learning to Teach; 9th Edition*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Ching, S. C., Koh, J. H. L., Chin, C. T., dan Tan, L. L. W. 2011 Modelling Primary School Pre-Service Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Meaningful Learning with Information and Communication Technology (ICT). *Elsevier Journal Computers & Educations* (2011) (Online), 1184—1193. (<http://www.sciencedirect.com/science/article>, diakses 10 Desember 2015).
- Chusni, M. M. & Widodo. 2013. *Pengembangan LKS Berbasis Kerja Laboratorium untuk Meningkatkan Ketrampilan Proses dan Hasil Belajar Siswa SMP Muh Muthilan*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains VIII, UKSW ISSN:2087-0922.
- Creswell, J. W. & Clark, V. L. P. 2007. *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. USA:Sage Publications, Inc.
- Harris, J. B., Grandgenett, N., dan Hofer, M. 2012. Testing an Instrument Using Structured Interviews to Assess Experienced Teacher's TPACK. *Teacher Education Faculty Proceedings & Presentations Paper 15*. (Online), (<http://digitalcommons.unomaha.edu/cgi/>, diakses 10 Desember 2015).
- Harris, J. B., & Hofer, M. J. 2011. Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) in Action: A Descriptive Study of Secondary Teacher's Curriculum-Based, Technology-Related Instructional Planning. *Journal of Research on Technology in Education*. (Online), Volume 43, Number 3, page 221—229 (<http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ918905.pdf>, diakses 10 Desember 2015).
- Harris, J., Grandgenett, N., dan Hofer, M. 2010. Testing a TPACK-Based Technology Integration Assessment Instrument. *Research Highlights in Technology and Teacher Education*. (Online), (<http://digitalcommons.unomaha.edu/cgi/>, diakses 10 Desember 2015).
- Isman, A., Yاران, H., dan Caner, H. 2007. How Technology is Integrated into Science Education in a Developing Country. *Journal of Educational Technology* ISSN: 1303-6251. (Online), (<files.eric.ed.gov/fulltext/ED499657.pdf>, diakses 10 Desember 2015).
- Kemendikbud. 2013. *Materi Pelatihan Implementasi Kurikulum 2013 SMA/MA dan SMK/MAK*. Bandung: Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pendidikan dan Kebudayaan.
- Liu, Y., Xhao, G., Ma, G., & Bo, Y. 2014. "The Effect of Mind Mapping on Teaching and Learning a Meta Analysis". *Standard Journal of Education and Essay*. (Online), Vol 2 (1):017—031, April 2014 ISSN: 2310-7545. (<digitalcommons.georgiasouthern.edu/>, diakses 10 Desember 2015).
- Maeng, J. L., Muvley, B. K., Smetana, L. K., dan Bell, R. L. 2013. Preservice Teachers' TPACK: Using Technology to Support Inquiry Instruction. *Journal Science Educational Technology*. (Online), (<link.springer.com/>, diakses 10 Desember 2015).
- McGrath, J., Karabas, G., dan Willis, J. 2011. From TPACK Concept to TPACK Practice. An Analysis of the Suitability and Usefulness of the Concept as a Guide in the Real World of Teacher Development. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*. (Online), (sictet.org/web/journals/ijtl/issue1101/1_Willis.pdf, diakses 10 Desember 2015).
- Mishra, P. dan Koehler, M. J. 2008. Introduction Technological Pedagogical Content Knowledge. *Paper Presented at A nnuual meeting of the American Educational Research Assosiation*. (Online), (<punya.educ.msu.edu/>, diakses 10 Desember 2015).
- Mishra, P. dan Koehler, M. J. 2006. "Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge". *Teachers College Record* (Online), Volume 108, Number 6, June 2006, pp. 1017—1054. (http://punya.educ.msu.edu/publications/journal_articles/mishra-koehler-tcr2006.pdf, diakses pada tanggal 12 Februari 2012).
- Napitupulu, N. D. 2013. Analisis Kompetensi Mahasiswa Calon Guru Fisika Pada Peer Teaching Berdasarkan Kurikulum 2013. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako (JPFT)* Vol. 2 No. 2 ISSN 2338 3240. (Online), (<jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/>, diakses 10 Desember 2015).
- Pamuk, S., Ergun, M., Cakir, R., Yilmaz, H., dan Ayas, C. 2013. Exploring Relationships Among TPACK Components And Development of the TPACK Instrument. *Educational InfTechnol DOI 10.1007/s10639-013-9278-4 Springer*. (Online), (<http://link.springer.com/article/>, diakses 10 Desember 2015).
- Permendikbud RI. 2014. Lampiran Permendikbud RI No. 103 Tahun 2014 tentang Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah.
- Purwaningsih, E. 2015. *Penguatan Pengetahuan Materi Fisika dengan Content Representation (CoRe) pada Calon Guru Fisika*. Prosiding Seminar Pendidikan Sains Nasional 2014 Pascasarjana Unesa.
- Purwaningsih, E., Nur, M., & Wasis. 2015. *The TPACK Model of Prospective Physics Teacher in Universitas Negeri Malang*. Proceedings International Conference on Mathematics, Sciences, and Education, University of Mataram 2015.

- Purwaningsih, E. dan Yuliati, L. 2015a. *Buku Model POST-PACK untuk Meningkatkan Kemampuan Calon Guru Fisika dalam Merancang dan Melaksanakan Pembelajaran Fisika*. Laporan Tahunan Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2015/2016 tidak diterbitkan. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Purwaningsih, E. dan Yuliati, L. 2015b. *Pengembangan Model Pembelajaran Fisika Berbasis Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) untuk Meningkatkan Kemampuan Calon Guru Fisika dalam Merancang dan Melaksanakan Pembelajaran Fisika*. Laporan Tahunan Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2015/2016 tidak diterbitkan. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Purwaningsih, E. dan Yuliati, L. 2015c. *Prospective Physics Teacher Ability on Designing Lesson Plan at Senior High School in Terms the TPACK Framework*. Proceedings International Conference on Mathematics, Sciences and Education, University of Mataram 2015.
- Srisawasdi, N. 2012. The Role of TPACK in Physics Classroom: Case Studies of Preservice Physics Teachers. *Published by Elsevier Ltd. Procedia-Social and Behavioral Sciences*. (Online), (www.sciencedirect.com/), diakses 10 Desember 2015).
- Sholihah, M., Yuliati, L. dan Wartono. 2015. *Profil Kemampuan Menyusun Perangkat Pembelajaran Calon Guru Fisika Universitas Negeri Malang dilihat dari Sudut Pandang TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge)*. Prosiding Seminar Pendidikan Fisika 2015 Fisika UM.
- Sumarsono, T., Malik, A., dan Sutrisno. 2012. *Penerapan Kerangka Kerja "TPACK" dan Konten Pembelajaran "Blended Learning" untuk Meningkatkan TPACK*. Prosiding Seminar Nasional Cakrawala Pembelajaran Berkualitas di Indonesia. (Online), (<http://tris.uksw.edu/download/jurnal/kode/J00812>), diakses 10 Desember 2015).
- Sutiadi, A. 2013. *Analisis Kemampuan Calon Guru Fisika dalam Membuat Instrumen Tes Pilihan Ganda dan Esei*. Seminar Nasional 2nd Lontar Physics Forum 2013 ISBN 978-602-8047-80-7. (Online), (prosiding.upgrisng.ac.id/index.php/lpf2013/lpf2013/paper/view/), diakses 10 Desember 2015).
- Tan, K. C. D. dan Kim, M. 2012. *Issues and Challenges in Science Education Research*. New York: Springer.
- Wetzel, K dan Marshall, S. 2011. TPACK Goes to Sixth Grade: Lessons from a Middle School Teacher in a High-Technology-Access Classroom. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*. (Online), Volume 28, Number 2 (<http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ960153.pdf>), diakses 23 Maret 2016).
- Yeh, Fen Yi., Lin, Tzu Chiang., Hsu, Ying Shao., Wu, Hisn Kai., Hwang, Fu Kwun. 2015. Science Teachers' Proficiency Levels and Patterns of TPACK in a Practical Context. *Journal Science Educational Technology*. (Online), (<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10956-014-9523-7>), diakses 20 Februari 2015).