

ANALISIS IMPLEMENTASI MODEL *PACE* PADA MATA KULIAH STATISTIKA MATEMATIKA

Andri Suryana

Program Studi Pendidikan Biologi,
FTMIPA, Universitas Indraprasta PGRI Jakarta.
e-mail: andri_16061983@yahoo.com

Abstrak: Analisis Implementasi Model *PACE* pada Mata Kuliah Statistika Matematika. Statistika Matematika merupakan salah satu mata kuliah yang dianggap sulit oleh mahasiswa sehingga perlu diimplementasikan model pembelajaran yang sesuai. Salah satu model pembelajaran yang dapat diimplementasikan pada mata kuliah Statistika Matematika adalah Model *PACE*. Model *PACE* merupakan salah satu model pembelajaran berlandaskan konstruktivisme yang memiliki tahap: proyek (*Project*), aktivitas (*Activity*), pembelajaran kooperatif (*Cooperative Learning*), dan latihan (*Exercise*). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi Model *PACE* pada mata kuliah Statistika Matematika. Adapun subjek penelitian yang digunakan adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika di salah satu universitas swasta di Jakarta Timur yang mengontrak mata kuliah Statistika Matematika 2. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif. Adapun hasil analisis terhadap implementasi Model *PACE* pada mata kuliah Statistika Matematika secara umum terlihat bahwa model *PACE* dapat diimplementasikan pada mata kuliah Statistika Matematika dengan baik.

Kata Kunci: Model *PACE*, Statistika Matematika.

Abstract: Analysis on the Implementation of *PACE* Model in Mathematics Statistics. Mathematical Statistics is one of course that are considered difficult by students so lecturer need implement an appropriate learning model. One of the learning model that can be implemented in this course is *PACE* model. *PACE* Model is one of the learning model based on constructivism which has phases: project, activity, cooperative learning, and exercise. The aim of this research is analyzing the implementation of the *PACE* model in mathematical statistics courses. The subject of this research is students of Mathematics Education at one of the private universities in East Jakarta who contracted mathematical statistics 2 courses. The method used is qualitative. The results of this research is generally seen that implementation of *PACE* model in this course is good.

Keywords: *PACE* Model, Mathematical Statistics.

PENDAHULUAN

Statistika Matematika merupakan salah satu mata kuliah di Program Studi Pendidikan Matematika yang memiliki karakteristik: 1) materi bersifat abstrak; 2) membutuhkan kemampuan dalam menggeneralisasi dan mensintesis; 3) menekankan pada aspek penalaran deduktif; 4) memerlukan pemahaman secara analitik dan geometrik; serta 5) memerlukan ide-ide kreatif. Statistika Matematika termasuk salah satu mata kuliah yang dianggap sulit oleh mahasiswa (Marron, 1999). Mereka cenderung kesulitan dalam mengaplikasikan teknik matematika dalam bidang statistika terutama dalam proses pembuktian matematis (Petocz & Smith, 2007).

Agar mata kuliah tersebut mudah dipahami oleh mahasiswa, maka perlu diimplementasikan suatu model pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk terlibat secara aktif dalam pengkajian materi dan dapat mengkonstruksi konsep-konsep dengan kemampuan sendiri. Salah satu model yang menganut teori belajar konstruktivisme yang menekankan keterlibatan mahasiswa secara aktif adalah Model *PACE*. Model *PACE* dikembangkan oleh Lee (1999) yang merupakan singkatan dari proyek (*Project*), aktivitas (*Activity*), pembelajaran kooperatif (*Cooperative Learning*), dan latihan (*Exercise*).

Proyek merupakan komponen penting dari Model *PACE* (Lee, 1999). Proyek dilakukan dalam bentuk kelompok. Mahasiswa dapat memilih sendiri topik yang dianggap menarik. Mereka diminta untuk mencari solusi dari permasalahan yang dipilihnya, baik yang berasal dari kejadian dalam kehidupan nyata ataupun dari jurnal yang berkaitan dengan topik. Adapun prosedurnya diberikan dalam bentuk

Lembar Proyek (LP). Mereka diharuskan membuat laporan dari proyek yang dikerjakan.

Aktivitas dalam Model *PACE* bertujuan untuk memperkenalkan mahasiswa terhadap informasi atau konsep-konsep yang baru (Lee, 1999). Hal ini dilakukan dengan memberikan tugas dalam bentuk Lembar Aktivitas (LA). Adapun peranannya sebagai panduan mahasiswa dalam mempelajari materi. Melalui LA, mahasiswa diberikan kesempatan untuk menemukan sendiri konsep yang akan dipelajari.

Pembelajaran kooperatif dalam Model *PACE* dilaksanakan di kelas. Pada tahap ini, mahasiswa bekerja di dalam kelompok dan harus mendiskusikan solusi dari permasalahan dalam Lembar Diskusi (LD). LD ini digunakan untuk mentransformasikan pengetahuan yang dipelajari pada LA. Melalui LD, mahasiswa berkesempatan untuk mengemukakan temuan-temuan yang diperoleh pada saat diskusi. Selama diskusi, terjadi pertukaran informasi yang saling melengkapi sehingga mahasiswa mempunyai pemahaman yang benar terhadap suatu konsep (Lee, 1999).

Sementara itu, latihan dalam Model *PACE* bertujuan untuk memperkuat konsep-konsep yang telah dikonstruksi pada tahap aktivitas dan pembelajaran kooperatif dalam bentuk penyelesaian soal-soal (Lee, 1999). Latihan ini diberikan kepada mahasiswa dalam bentuk Lembar Latihan (LL) berupa tugas tambahan agar penguasaan terhadap materi lebih baik lagi.

Model *PACE* dikembangkan pertama kali oleh Carl Lee (1999) untuk mata kuliah Statistika. Selanjutnya, Carl Lee bersama rekannya, Aklilu Zeleke dan Howard Wachtel pada tahun 2002 mengadakan penelitian di Amerika mengenai pemahaman mahasiswa

terhadap konsep Varians dalam Statistika menggunakan Model *PACE*. Proses pembelajarannya dibantu oleh komputer untuk mengetahui sejauhmana mahasiswa memahami konsep Varians dalam Statistika. Adapun hasil penelitiannya terlihat bahwa pemahaman mahasiswa mengenai konsep Varians dalam Statistika yang diajar menggunakan Model *PACE* lebih baik daripada model konvensional.

Berikutnya, Amy R. Pearce dan Robbie L. Cline pada tahun 2006 mengadakan penelitian lebih lanjut di Amerika mengenai penerapan Model *PACE* pada praktikum Statistika. Adapun hasil penelitiannya terlihat bahwa mahasiswa yang diajar menggunakan Model *PACE* lebih antusias dalam belajar serta dapat menumbuhkan kemampuan berpikir kreatif dan penalaran statistis.

Di Indonesia, Model *PACE* diteliti pertama kali oleh Dadan Dasari pada tahun 2009 dalam meraih gelar doktoral pendidikan matematika. Ia mencoba menerapkan Model *PACE* untuk meningkatkan kemampuan penalaran statistis mahasiswa pada Mata Kuliah Statistika Dasar di Bandung. Proses pembelajarannya dibantu oleh komputer, sama halnya dengan apa yang dilakukan oleh Carl Lee dan rekannya. Adapun hasil penelitiannya terlihat bahwa peningkatan kemampuan penalaran statistis mahasiswa yang diajar menggunakan Model *PACE* lebih baik daripada model konvensional.

Berdasarkan hasil penelitian di atas, peneliti mencoba menerapkan ide tersebut pada mata kuliah Statistika Matematika yang bersifat analisis konsep secara teoritis dan lebih menekankan pada aspek penalaran deduktif. Dalam penelitian ini tidak menggunakan komputer, tetapi menggunakan Lembar Kerja Mahasiswa

(LKM) dalam pembelajarannya yang dikembangkan oleh peneliti.

Untuk mengetahui lebih jauh terkait implementasi Model *PACE* pada mata kuliah Statistika Matematika, maka dilakukan penelitian dengan judul “Analisis Implementasi Model *PACE* pada Mata Kuliah Statistika Matematika”. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi Model *PACE* pada mata kuliah Statistika Matematika. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat menjadi suatu referensi serta wacana bagi para praktisi pendidikan matematika dalam upaya meningkatkan kemampuan-kemampuan matematis mahasiswa, diantaranya adalah representasi, berpikir kreatif, abstraksi, dan pembuktian, serta aspek afektif melalui pembelajaran Model *PACE*.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di salah satu universitas swasta di Jakarta Timur. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif. Adapun subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika yang mengontrak Mata Kuliah Statistika Matematika 2 tahun pelajaran 2013/2014 sebanyak 30 mahasiswa (1 kelas). Teknik sampling yang digunakan berupa *purposive sampling*.

Sumber data dalam penelitian ini berasal dari mahasiswa sebagai subjek penelitian. Instrumen yang digunakan berupa lembar observasi, pedoman wawancara, dokumentasi, dan peneliti. Untuk menunjang penelitian, digunakan pula perangkat pembelajaran berdasarkan Model *PACE* berupa SAP dan LKM yang dikembangkan oleh peneliti. LKM dalam penelitian ini terdiri atas Lembar Aktivitas (LA), Lembar Diskusi (LD), Lembar Latihan (LL), dan Lembar Proyek (LP). SAP

dan LKM yang digunakan dalam penelitian ini sudah divalidasi sehingga siap untuk digunakan dalam penelitian.

Adapun metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode triangulasi (Sugiyono, 2011), sedangkan teknik analisis datanya menggunakan Model *Miled and Huberman*. Aktivitas analisis data dalam model tersebut meliputi reduksi data, *display* data, dan kesimpulan/verifikasi (Sugiyono, 2011). Untuk uji keabsahan data, peneliti menggunakan uji kredibilitas (melalui triangulasi), uji transferabilitas, uji depenabilitas, serta uji konfirmabilitas (Sugiyono, 2011).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Sebelum diuraikan mengenai hasil implementasi Model *PACE* pada mata kuliah Statistika Matematika 2 yang berbobot 3 SKS, terlebih dahulu diuraikan mengenai langkah-langkah pembelajaran Model *PACE* yang dikembangkan oleh peneliti. Adapun uraiannya adalah sebagai berikut.

Kegiatan Awal (± 25 menit)

Kegiatan awal pada pelaksanaan perkuliahan dipaparkan sebagai berikut:

1. Dosen mengawali perkuliahan dengan meminta mahasiswa untuk mengumpulkan 1 rangkap Lembar Latihan (LL) yang telah dikerjakan di rumah, sedangkan 1 rangkap lagi disimpan sebagai dokumentasi mahasiswa.
2. Mahasiswa bersama dosen membahas LL.
3. Dosen menginformasikan materi yang akan dipelajari serta memberikan motivasi kepada mahasiswa.
4. Dosen menginformasikan mengenai model pembelajaran yang akan diterapkan, yaitu *PACE (Project, Activity, Cooperative Learning, dan Exercise)*.

Kegiatan Inti

Tahap Aktivitas (40 menit)

1. Mahasiswa mengumpulkan 1 rangkap Lembar Aktivitas (LA) yang telah dikerjakan sebelum perkuliahan, sedangkan 1 rangkap lagi disimpan sebagai dokumentasi mahasiswa.
2. Mahasiswa diberikan kesempatan untuk membahas LA di depan kelas dengan bimbingan/arahan dosen.

Tahap Pembelajaran Kooperatif (± 60 menit)

Berikut ini dipaparkan tahapan pelaksanaan pembelajaran kooperatif.

1. Mahasiswa diminta oleh dosen untuk duduk secara berkelompok sesuai dengan kelompoknya masing-masing. Tiap kelompok beranggotakan 5 orang dengan tingkat kemampuan yang heterogen. Keheterogenan pembentukan kelompok didasarkan pada capaian tes KAM (Kemampuan Awal Matematis).
2. Mahasiswa diberikan Lembar Diskusi (LD) oleh dosen.
3. Mahasiswa mengerjakan LD bersama dengan teman kelompoknya. Setiap kelompok menuliskan jawabannya di lembar diskusi yang disediakan.
4. Dosen memantau kinerja dari kelompok mahasiswa dan memberikan bantuan apabila ada mahasiswa yang memerlukan. Pemberian bantuan oleh dosen dilakukan secara cermat dan hati-hati agar tidak mengganggu proses pembelajaran kooperatif.
5. Hasil jawaban kelompok mahasiswa diserahkan kepada dosen, kemudian perwakilan dari setiap kelompok diberikan kesempatan untuk mengungkapkan hasil diskusinya di depan kelas secara bergantian untuk diberikan masukan atau sanggahan dari kelompok lain.

Tahap Latihan (Pengarahan: ± 5 Menit)

Mahasiswa diberikan Lembar Latihan (LL) oleh dosen untuk dikerjakan secara individu di rumah. Mahasiswa diharuskan membuat 2 rangkap jawaban LL, satu untuk dikumpulkan dan satu lagi sebagai dokumentasi. LL ini dikumpulkan pada pertemuan berikutnya.

Tahap Proyek (Pengarahan: ± 10 menit)

Pada pertemuan ini, tiap kelompok mahasiswa diarahkan oleh dosen untuk mengerjakan tugas proyek di luar perkuliahan mengenai Rantai Markov beserta aplikasinya dalam kehidupan. Perkembangan tugas proyek dikoreksi oleh dosen di luar kelas dalam bentuk bimbingan. Tugas proyek ini dikumpulkan dan dipresentasikan di akhir semester.

Kegiatan Akhir (± 10 menit)

Berikut ini dipaparkan tahapan pelaksanaan pada kegiatan akhir.

1. Mahasiswa merangkum materi pembelajaran dengan arahan dosen.
2. Mahasiswa diberikan Lembar Aktivitas (LA) berikutnya oleh dosen untuk dikerjakan secara individu di rumah. Mahasiswa diharuskan membuat 2 rangkap jawaban LA, satu untuk dikumpulkan dan satu lagi sebagai dokumentasi. LA ini dikumpulkan pada pertemuan berikutnya.

Pembahasan Hasil Penelitian

Implementasi Model *PACE* pada mata kuliah Statistika Matematika dilakukan sebanyak 10 kali pertemuan. Berikut ini diuraikan mengenai hasil implementasi Model *PACE* pada Mata Kuliah Statistika Matematika.

1. Tahap Aktivitas

Pada tahap ini, mahasiswa diminta untuk mengerjakan Lembar Aktivitas (LA) secara individu di rumah dengan memanfaatkan informasi dari berbagai sumber/literatur. LA ini berfungsi untuk memandu mahasiswa dalam mempelajari materi Statistika Matematika. Berikut ini diberikan salah satu contoh dari LA untuk mempelajari materi Peubah Acak Dimensi Dua.

Peubah Acak Dimensi Dua

Sebelum mempelajari lebih jauh mengenai distribusi dua peubah acak, akan dipahami terlebih dahulu mengenai definisi peubah acak dimensi dua. Berikut ini diberikan dua ilustrasi mengenai peubah acak dimensi dua.

- a) Sebuah kotak berisi 4 bola pingpong bernomor 1, 2, 3, dan 4. Andi mengambil dua bola pingpong secara acak dengan pengembalian. Jika peubah acak X menyatakan nomor bola pingpong pada pengambilan pertama dan peubah acak Y menyatakan nomor bola pingpong pada pengambilan kedua, maka tentukanlah nilai-nilai yang mungkin dari peubah acak X dan Y .
- b) Dalam tubuh manusia yang sehat, kadar hemoglobin dalam darah antara 13,0 dan 18,0 gr/dl sedangkan kadar leukosit dalam darah antara 4400,0 dan 11300,0 $/\mu\text{l}$. Jika peubah acak X menyatakan kadar hemoglobin dalam darah dan peubah acak Y menyatakan kadar leukosit dalam darah, maka tentukanlah nilai-nilai dari peubah acak X dan Y .
- c) Berdasarkan ilustrasi di atas, susunlah definisi dari peubah acak dimensi dua.

Dari contoh LA di atas, terlihat bahwa dosen mengarahkan mahasiswa dari contoh nyata terlebih dahulu dari kehidupan sehari-hari. Hal ini karena secara psikologi, mahasiswa cenderung tertarik mempelajari konsep jika dimulai dari contoh yang bersifat konkret. Dari contoh yang bersifat konkret, selanjutnya disusun ke bentuk definisi formal (bersifat abstrak) terkait Peubah Acak Dimensi Dua. LA ini dikembangkan mengikuti teori belajar konstruktivisme yang merupakan landasan dari Model *PACE*. Adapun inti dari teori belajar tersebut adalah mahasiswa dapat mengkonstruksi sendiri konsep yang dipelajari.

Berdasarkan hasil observasi terlihat bahwa pada pertemuan pertama, mahasiswa cenderung kurang tertarik dan mengalami kesulitan dalam mengerjakan LA. Hal ini terbukti dari hasil pekerjaan mahasiswa yang tidak lengkap, bahkan ada yang tidak mengerjakan. Pada saat pembahasan LA, mahasiswa cenderung pasif. Mereka cenderung mengandalkan dosen untuk membahas LA, tanpa ada umpan balik. Pada pertemuan pertama, dosen membutuhkan waktu yang lama pada tahap ini. Waktu yang digunakan melebihi waktu yang tercantum di SAP karena dosen harus menjelaskan materi secara rinci. Kejadian ini terulang kembali pada pertemuan ke-2 sampai ke-4.

Untuk pertemuan ke-5 sampai ke-10, mahasiswa sudah mulai mengikuti alur tahap ini. Mereka sudah mulai aktif bertanya terkait LA di dalam dan di luar perkuliahan, mencoba mengerjakan LA dengan memaksimalkan segala kemampuannya, serta aktif dalam pembahasan LA. Tahap aktivitas ini dapat diimplementasikan dengan cukup baik karena kerja keras dosen. Dosen meluangkan waktu di luar perkuliahan untuk kegiatan konsultasi terkait LA agar mahasiswa dapat lebih memahami konsep baru.

Temuan ini didukung pula oleh hasil wawancara terhadap beberapa mahasiswa. Mereka mengakui bahwa mereka kesulitan dalam mengerjakan LA di awal perkuliahan karena terbiasa diajar menggunakan pembelajaran konvensional. Dengan kata lain, mereka membutuhkan adaptasi terhadap model yang baru. Selain itu, mereka mengakui pula bahwa penguasaan konsep Kalkulus dan Statistika Dasar masih tergolong lemah. Hal ini yang membuat mereka kesulitan dalam mengerjakan LA.

Seiring dengan berjalannya waktu, mereka mengakui antusias pada tahap ini dan aktif dalam perkuliahan. Hal ini sesuai dengan temuan Nurlaelah (2009) bahwa LA dapat membuat mahasiswa aktif dalam pembelajaran. Adapun kegiatan mahasiswa pada tahap aktivitas diberikan pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Kegiatan Mahasiswa pada Tahap Aktivitas

2. Tahap Pembelajaran Kooperatif

Pada tahap ini, mahasiswa diminta untuk mengerjakan Lembar Diskusi (LD) di dalam kelas dengan cara mentransformasikan pengetahuan yang dipelajari pada tahap aktivitas. Tingkat kesulitan soal dalam LD lebih tinggi daripada soal dalam LA. Berikut ini diberikan salah satu contoh dari LD terkait materi Distribusi Dua Peubah Acak.

Soal 1:

Diketahui fungsi peluang gabungan dari X dan Y berbentuk:

$$p(x, y) = kx + ky; \quad x = 1, 2 \text{ dan } y = 1, 2, 3, 4$$

- Tentukanlah nilai k agar memenuhi syarat sebagai fungsi peluang gabungan.
- Tentukanlah $P(X \leq 4 - Y)$.

Soal 2:

Diketahui fungsi $h(x, y)$ berbentuk:

$$h(x, y) = \begin{cases} \frac{8}{81}xy; & 0 < y < x < 3 \\ 0; & x, y \text{ lainnya} \end{cases}$$

Buktikanlah bahwa $h(x, y)$ memenuhi syarat sebagai fungsi densitas gabungan.

Berdasarkan hasil observasi terlihat bahwa pada pertemuan pertama, mahasiswa cenderung masih mengalami kesulitan dalam mengerjakan LD. Hal ini terbukti dari hasil pekerjaan kelompok masih ada yang tidak lengkap. Pada saat berdiskusi, beberapa mahasiswa masih ada yang pasif, sulit dalam memutuskan solusi, serta membicarakan hal lain atau melakukan hal lain yang tidak ada hubungannya dengan kegiatan diskusi. Temuan ini serupa dengan temuan studi sebelumnya bahwa pada saat diskusi kelompok di awal penerapan pembelajaran Model *PACE*, kebanyakan mahasiswa pasif

dan hanya kelompok tertentu saja yang aktif (Dasari, 2009).

Pada saat pembahasan, mahasiswa masih ragu terhadap hasil jawaban kelompoknya. Hal ini terbukti pada saat menjelaskan jawabannya di depan kelas, mereka kebingungan dalam menguraikan tiap-tiap langkah jawabannya. Pada tahap ini pun dosen membutuhkan waktu yang lama (tidak sesuai dengan petunjuk/SAP) karena dosen harus mengarahkan mahasiswa secara intensif ketika menjawab LD. Kejadian ini terulang kembali pada pertemuan ke-2 sampai ke-4.

Untuk pertemuan ke-5 sampai ke-10, mahasiswa sudah mulai mengikuti alur tahap ini. Mereka sudah mulai aktif dalam berdiskusi, saling memberi saran dan kritik antar anggota kelompok demi kesempurnaan jawaban LD, mengerjakan LD dengan memaksimalkan segala kemampuannya, serta waktu yang dibutuhkan sesuai dengan petunjuk/SAP.

Ketika mahasiswa berdiskusi, konflik kognitif sebenarnya akan muncul dan melahirkan ketidakseimbangan kognitif. Ketidakseimbangan inilah yang nantinya dapat meningkatkan kemampuan matematis mahasiswa. Selanjutnya, terjadi *scaffolding* antara sesama mahasiswa, serta antara mahasiswa dan dosen sehingga terjadi pertukaran informasi yang saling melengkapi. Akibatnya, mahasiswa dapat memiliki pemahaman yang benar terhadap konsep Statistika Matematika sehingga tercapai perkembangan aktualnya secara optimal. Seperti yang diungkapkan oleh Suryadi (2012) bahwa pada saat diskusi, ternyata dapat mendorong pemahaman mahasiswa menjadi lebih baik dari sebelumnya.

Pada saat pembahasan, tiap kelompok antusias ingin membahas LD di depan kelas, saling memberi masukan

antar kelompok, serta menjaga kekompakan tiap kelompok. Tahap pembelajaran kooperatif ini pun dapat diimplementasikan dengan cukup baik karena kerja keras dosen. Dosen secara intensif mengarahkan mahasiswa agar mereka dapat lebih memahami konsep baru.

Adapun kegiatan mahasiswa pada tahap pembelajaran kooperatif diberikan pada gambar berikut.



Gambar 2. Kegiatan Mahasiswa pada Tahap Pembelajaran Kooperatif

Temuan ini didukung pula oleh hasil wawancara terhadap beberapa mahasiswa. Mereka ternyata kesulitan dalam mengerjakan LD karena tingkat kesulitannya lebih tinggi. Mereka mengakui masih lemah dalam konsep kalkulus, terutama konsep integral lipat. Mereka masih kebingungan dalam menentukan batas integral dan representasi visual. Terkait dengan jenis integral, penentuan teknik pengintegralan, serta konsep integral tak wajar, mereka pun masih bingung dalam menerapkannya untuk menyelesaikan soal Statistika Matematika. Untuk teknik pengintegralan, mereka masih belum paham kapan diterapkan teknik pengintegralan substitusi 1, parsial,

substitusi 2, substitusi 3, dan fungsi rasional dengan fraksi parsial.

Seiring dengan berjalannya waktu, mereka pun mengakui antusias pada tahap ini. Mereka ternyata senang jika berdiskusi karena dapat saling berbagi ilmu dengan temannya sehingga pemahaman mereka terutama konsep integral menjadi lebih baik. Jika pemahaman mahasiswa terhadap konsep integral sudah baik, maka soal Statistika Matematika dapat dijawab dengan baik.

3. Tahap Latihan

Pada tahap ini, mahasiswa diminta untuk mengerjakan soal yang disajikan dalam Lembar Latihan (LL) secara individu di rumah. LL ini memiliki tingkat kesulitan yang sama dengan LD. Adapun tujuannya adalah untuk memperkuat konsep-konsep yang telah dikonstruksi pada tahap aktivitas dan pembelajaran kooperatif. Berikut ini diberikan salah satu contoh dari LL terkait materi Distribusi Dua Peubah Acak.

Soal:

Diketahui fungsi densitas gabungan dari X dan Y berbentuk:

$$g(x, y) = \begin{cases} cxy^2; & 0 < x < y, 0 < y < 1 \\ 0; & x, y \text{ lainnya} \end{cases}$$

Tentukanlah:

- Nilai c agar memenuhi syarat sebagai fungsi densitas gabungan.
- $P(Y - X < \frac{1}{2})$.

Berdasarkan hasil observasi terlihat bahwa pada pertemuan pertama, mahasiswa tidak terlalu kesulitan dalam mengerjakan LL. Hal ini karena tingkat kesulitannya sama dengan LD. Akan tetapi pada saat pembahasan, beberapa mahasiswa masih ragu terhadap hasil jawabannya. Hal ini terbukti pada saat menjelaskan jawabannya di depan

kelas, mereka kebingungan dalam menguraikan tiap-tiap langkah jawabannya. Pada tahap ini, waktu yang dibutuhkan dosen relatif sama dengan SAP. Untuk soal dalam LL yang berkategori sulit, mahasiswa berinisiatif untuk berkonsultasi dengan dosen di luar perkuliahan. Jadi, dapat disimpulkan bahwa dosen pada tahap ini dapat mengimplementasikan model tersebut dengan baik. Adapun kegiatan mahasiswa pada tahap latihan diberikan pada gambar berikut.



Gambar 3. Kegiatan Mahasiswa pada Tahap Latihan

Temuan ini diperkuat oleh hasil wawancara terhadap beberapa mahasiswa. Mereka umumnya tidak mengalami kesulitan dalam mengerjakan LL. Meskipun demikian, mereka mengakui cukup kerepotan dan jenuh karena banyaknya lembar kerja yang harus dikerjakan. Jika mereka mengalami kesulitan, mereka inisiatif berkonsultasi dengan dosen di luar jam perkuliahan atau berdiskusi dengan teman. Mereka mengakui bahwa LL bermanfaat dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa pada konsep Statistika Matematika. Temuan ini serupa dengan temuan studi sebelumnya, yaitu latihan soal ternyata

membantu mahasiswa untuk lebih memahami konsep (Dasari, 2009 dan Nurlaelah, 2009).

4. Tahap Proyek

Pada tahap ini, mahasiswa diminta untuk mengerjakan Lembar Proyek (LP) secara berkelompok di luar perkuliahan. Adapun tujuannya adalah untuk mengaplikasikan konsep pada mata kuliah Statistika Matematika dalam kehidupan sehari-hari. Adapun topik yang diambil adalah aplikasi Rantai Markov.

Setiap kelompok diharuskan memilih salah satu aplikasi Rantai Markov sebagai aplikasi dari materi Statistika Matematika 2, misalkan Rantai Markov dalam perpindahan *merk*, tempat belanja, permainan ular tangga, prakiraan cuaca, fluktuasi harga saham, dan lain-lain. Setiap kelompok diharuskan melakukan penyelidikan langsung ke lapangan, menyusun laporan tugas proyek yang akan dikumpulkan di akhir pertemuan, serta mempresentasikan hasil tugas proyek di akhir pertemuan dalam bentuk poster. Berikut ini diberikan contoh pertanyaan dalam LP terkait Rantai Markov.

Pertanyaan-pertanyaan:

1. Uraikanlah mengenai Latar Belakang Masalah dari Aplikasi Rantai Markov yang kelompok Anda pilih beserta tujuan dan kegunaannya.
2. Uraikanlah mengenai Rantai Markov.
3. Uraikanlah mengenai Matriks Peluang Transisi dan berikanlah contoh kasusnya.
4. Uraikanlah mengenai Peluang Transisi n step.
5. Uraikanlah mengenai Persamaan Chapman Kolmogorov beserta buktinya, dan berikanlah contoh kasusnya.

6. Uraikanlah mengenai vektor keadaan dan kondisi *steady state* beserta contoh kasusnya.
7. Uraikanlah mengenai Aplikasi Rantai Markov yang kelompok Anda pilih.
8. Uraikanlah mengenai metode penelitian yang kelompok Anda gunakan meliputi data dan analisis data.
9. Buatlah tabel data mentah dari hasil penyelidikan langsung berdasarkan Aplikasi Rantai Markov yang kelompok Anda pilih.
10. Buatlah tabel perpindahan kasus Rantai Markov berdasarkan data mentah dari hasil penyelidikan langsung.
11. Buatlah tabel peluang transisi berdasarkan tabel perpindahan kasus Rantai Markov.
12. Buatlah suatu pertanyaan berdasarkan tabel-tabel yang dibuat sebelumnya mengenai peluang bersyarat, ekspektasi bersyarat, dan varians bersyarat.
13. Uraikanlah pembahasan berdasarkan hasil penyelidikan langsung dari lapangan dan tabel-tabel yang dibuat sebelumnya.
14. Berikanlah kesimpulan dan saran berdasarkan pembahasan di atas.
15. Tuliskanlah pustaka-pustaka yang kelompok Anda gunakan dalam tugas proyek ini.

Berdasarkan hasil observasi terlihat bahwa pada tahap ini mahasiswa cukup banyak ide dalam memilih salah satu aplikasi Rantai Markov, seperti aplikasi Rantai Markov untuk mengetahui peluang perpindahan merek *Diapers*, aplikasi Rantai Markov untuk mengetahui peluang perpindahan harga saham PT. Unilever Tbk, analisis peluang perpindahan merek laptop di kalangan mahasiswa menggunakan Rantai Markov, analisis peluang

perpindahan merek *Body Lotion* menggunakan Rantai Markov, aplikasi Rantai Markov untuk mengetahui peluang perpindahan alat kontrasepsi KB, aplikasi Rantai Markov untuk mengetahui peluang perpindahan pasien klinik berdasarkan ruang kelas perawatan, analisis Rantai Markov untuk mengetahui peluang perpindahan merek *Smartphone* berbasis *Blackberry* ke *Smartphone Android* dan *Ios*, analisis Rantai Markov untuk mengetahui peluang perpindahan merek *pulpen*, analisis peluang perpindahan merek *Detergen* menggunakan Rantai Markov, analisis peluang perpindahan belanja di minimarket menggunakan Rantai Markov, analisis Rantai Markov untuk mengetahui peluang perpindahan layanan sosial media, analisis Rantai Markov untuk mengetahui peluang perpindahan merek bedak (*Powder*), serta analisis peluang perpindahan merek *Facial Foam* menggunakan Rantai Markov.

Pada tahap proyek ini, mahasiswa melakukan penyelidikan terkait aplikasi Rantai Markov yang dipilihnya di luar perkuliahan. Hal ini serupa dengan apa yang diungkapkan oleh Dasari (2009) bahwa proyek merupakan pembelajaran yang menekankan pada kegiatan investigasi atau penyelidikan terhadap masalah-masalah otentik yang dapat dilakukan di dalam kelas maupun di luar kelas dalam suatu kurun waktu tertentu. Selain itu, mahasiswa antusias berkonsultasi dengan dosen terkait tugas proyek di luar perkuliahan, yaitu setiap hari Kamis dan Jumat, jika mengalami kendala. Kegiatan ini berfungsi sebagai bentuk pengecekan oleh dosen terhadap perkembangan tugas proyek mahasiswa.

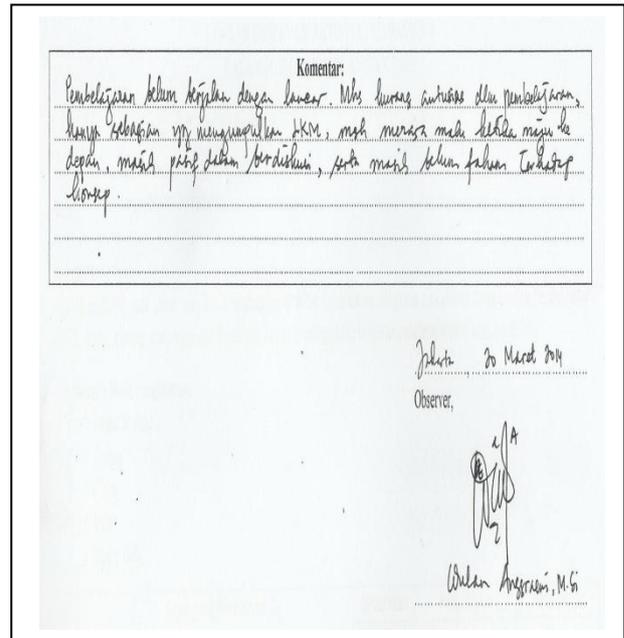
Pada saat presentasi hasil dari tugas proyek dalam sesi poster, mahasiswa pun antusias dalam menjelaskan hasil proyeknya dan cukup menguasai konsep Statistika

Matematika pada tugas proyek tersebut. Mereka menceritakan pula tentang tahapan/prosedur, ketertarikan, kekompakan kerja, dan hambatan dari tugas proyek yang telah mereka kerjakan. Hasil dari tugas proyek ini memuaskan. Mereka mampu menyelesaikan tugas proyeknya tepat waktu meskipun pada proses pengerjaannya membutuhkan bimbingan secara intensif, dan mahasiswa harus diberikan motivasi secara kontinu. Dengan kata lain, tahap proyek dapat diimplementasikan dengan baik. Adapun kegiatan mahasiswa pada tahap proyek diberikan pada gambar berikut.

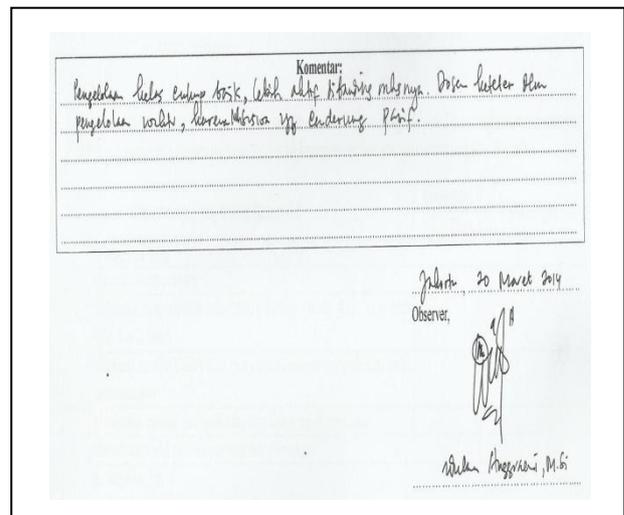


Gambar 4. Kegiatan Mahasiswa pada Tahap Proyek

Berdasarkan gambaran di atas, terlihat bahwa pelaksanaan pembelajaran Model *PACE* pada awal-awal pertemuan belum berjalan dengan lancar. Hal ini diperkuat oleh komentar hasil observasi terkait aktivitas mahasiswa dan dosen selama pembelajaran yang dilakukan oleh observer berikut ini.



Gambar 5. Hasil Observasi Aktivitas Mahasiswa dalam Model Pembelajaran *PACE* pada Pertemuan ke-1



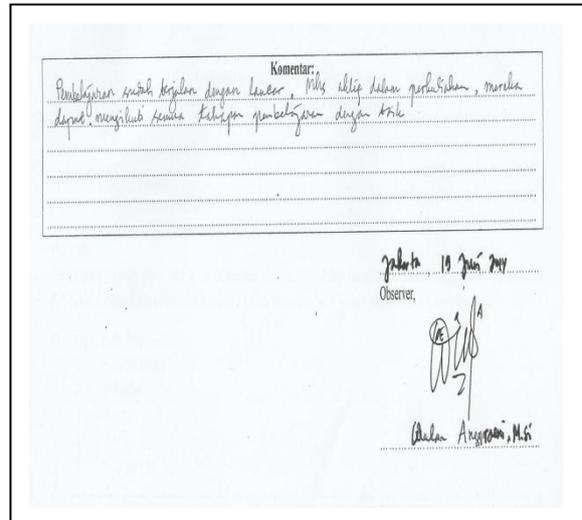
Gambar 6. Hasil Observasi Aktivitas Dosen dalam Model Pembelajaran *PACE* pada Pertemuan ke-1

Gambar di atas menunjukkan bahwa masih terdapat kendala dalam mengimplementasikan pembelajaran Model *PACE* pada pertemuan ke-1, seperti: (1) mahasiswa kurang antusias

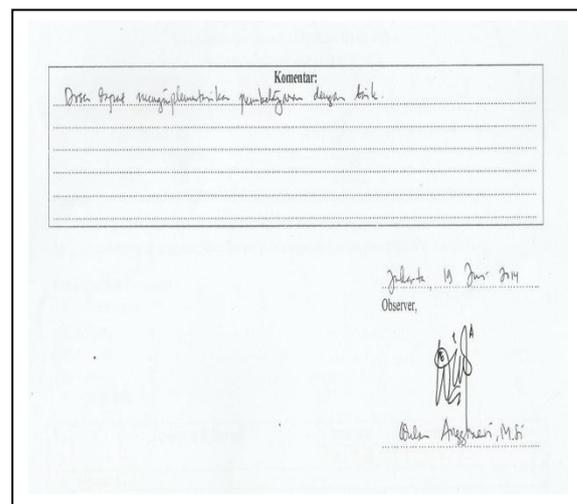
dalam mengikuti pembelajaran, (2) hanya sebagian mahasiswa yang mengumpulkan LKM, (3) mahasiswa masih merasa malu jika diminta oleh dosen untuk mengerjakan soal di depan kelas, (4) mahasiswa masih bersikap pasif ketika berdiskusi dalam mengerjakan LD (Lembar Diskusi), serta (5) mahasiswa masih kurang memahami konsep Statistika Matematika, terutama konsep materi prasyarat. Dengan kata lain, mahasiswa masih belum dapat beradaptasi dengan model pembelajaran yang diterapkan. Hal ini dapat dimaklumi karena ini merupakan pertemuan pertama pelaksanaan pembelajaran Model *PACE* sehingga dibutuhkan proses penyesuaian/adaptasi.

Hal yang sama juga dialami oleh dosen, ternyata memiliki kendala dalam mengimplementasikan pembelajaran Model *PACE* pada awal-awal pertemuan, seperti dosen terpaksa memberikan intervensi lebih dominan atau lebih aktif dalam pembelajaran kepada mahasiswa dikarenakan mahasiswa cenderung pasif, serta dosen membutuhkan waktu yang lebih lama dalam mengimplementasikan pembelajaran Model *PACE* dan tidak sesuai dengan waktu yang dicantumkan dalam SAP. Hal ini dikarenakan dosen harus bekerja keras dalam mengimplementasikan tahap-tahap pembelajaran model tersebut.

Namun seiring dengan berjalannya waktu, pembelajaran Model *PACE* dapat diimplementasikan dengan baik, dan ternyata dapat meningkatkan aspek kognitif (kemampuan matematis mahasiswa) dan afektif. Kenyataan ini diperkuat oleh hasil observasi pada pertemuan terakhir pembelajaran oleh observer berikut ini.



Gambar 7. Hasil Observasi Aktivitas Mahasiswa dalam Model Pembelajaran *PACE* pada Pertemuan ke-10



Gambar 8. Hasil Observasi Aktivitas Dosen dalam Model Pembelajaran *PACE* pada Pertemuan ke-10

Gambar di atas menunjukkan bahwa pada pertemuan terakhir pembelajaran (pertemuan ke-10), ternyata Model *PACE* dapat diimplementasikan dengan baik. Hal ini terlihat dari aktivitas mahasiswa yang dapat mengikuti tahapan-tahapan pembelajaran dengan baik. Mereka aktif dalam pembelajaran dan proses

pembelajaran berjalan dengan lancar. Selain itu, dosen pun dapat mengimplementasikan pembelajaran Model *PACE* dengan baik.

Keberhasilan implementasi pembelajaran Model *PACE* dapat dilihat juga dari persentase aktivitas mahasiswa pada masing-masing tahapan model tersebut selama pembelajaran berlangsung berdasarkan hasil observasi oleh observer, serta persentase pencapaian hasil pekerjaan mahasiswa dalam LKM. Adapun hasilnya adalah sebagai berikut.

Tabel 1
Persentase Hasil Observasi
Tiap Pertemuan pada Tahapan
Pembelajaran Model *PACE*

Tahapan Pembelajaran	Persentase Hasil Observasi Tiap Pertemuan									
	Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ke-4	Ke-5	Ke-6	Ke-7	Ke-8	Ke-9	Ke-10
Aktivitas	53	60	60	67	73	80	80	87	93	93
Kooperatif	45	50	55	58	65	73	75	80	88	90
Latihan	50	55	55	55	60	70	75	80	85	90
Proyek	40	50	60	60	70	70	80	80	90	90

Tabel 1 menunjukkan bahwa persentase hasil observasi tiap pertemuan pada masing-masing tahapan pembelajaran Model *PACE* mengalami peningkatan dari pertemuan ke-1 sampai ke-10. Pada pertemuan ke-1 sampai ke-4, skala pengamatan yang diberikan oleh observer masih ada yang berkategori kurang. Namun, pada pertemuan ke-5 sampai ke-10, observer memberikan skala pengamatan minimal berkategori cukup, bahkan berkategori baik. Hal ini dikarenakan pada pertemuan ke-5 sampai ke-10, mahasiswa sudah dapat mengikuti semua tahapan pembelajaran Model *PACE* dengan baik. Hal serupa juga terjadi pada Tabel 2 berikut ini.

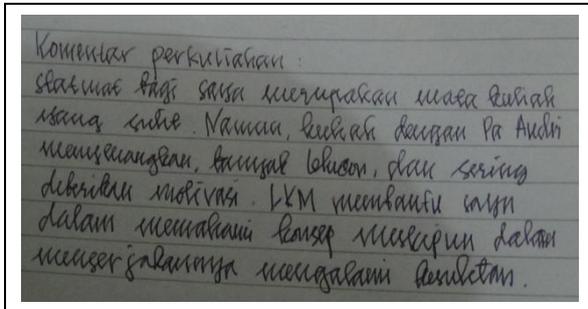
Tabel 2
Persentase Rerata Pencapaian
Pekerjaan Mahasiswa
pada Tiap Komponen LKM

Komponen LKM	Persentase Rerata Pencapaian Pekerjaan Mahasiswa dalam LKM									
	Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ke-4	Ke-5	Ke-6	Ke-7	Ke-8	Ke-9	Ke-10
LA	47	64	66	74	75	80	83	84	85	88
LD	67	67	75	75	83	83	83	85	85	88
LL	50	70	75	85	85	85	87	88	90	90
LP	90									

Pada tabel tersebut, persentase rerata pencapaian pekerjaan mahasiswa pada tiap komponen LKM pun mengalami peningkatan dari pertemuan ke-1 sampai ke-10. Pada awal-awal pertemuan, persentase rerata pencapaian pekerjaan mahasiswa pada tiap komponen LKM (LA, LD, dan LL) masih rendah. Hal ini dikarenakan masih ada mahasiswa yang tidak mengerjakan LKM atau mengerjakan tetapi tidak selesai. Seiring dengan berjalannya waktu, persentase rerata pencapaian pekerjaan mahasiswa pada tiap komponen LKM (LA, LD, dan LL) perlahan-lahan naik. Hal ini dikarenakan mahasiswa sudah mulai mencoba mengerjakan soal yang ada di LKM, meskipun jawabannya masih ada yang keliru atau tidak teliti. Khusus untuk LP, ternyata mahasiswa dapat menyelesaikannya dengan baik dan tepat waktu.

Selain itu, keberhasilan implementasi pembelajaran Model *PACE* juga dapat dilihat dari respon/pendapat mahasiswa terkait pembelajaran model tersebut yang diperoleh dari angket terbuka. Angket terbuka berupa komentar bebas mahasiswa terkait perkuliahan yang diikuti. Dalam memberikan komentar bebas, mahasiswa diminta agar tidak mencantumkan identitas diri. Hal ini dilakukan agar mahasiswa secara

terbuka dapat mengekspresikan komentarnya sesuai dengan keadaan sebenarnya. Berikut ini diberikan beberapa respon/pendapat mahasiswa terkait implementasi pembelajaran Model *PACE*.

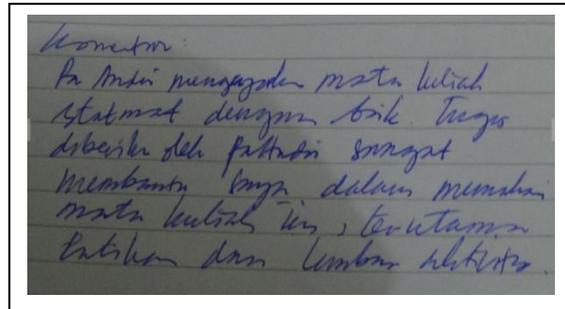


Gambar 9. Respon Mahasiswa 1

Respon/pendapat Mahasiswa 1 terkait pembelajaran Model *PACE* menunjukkan bahwa perkuliahan Statistika Matematika menjadi menyenangkan dan konsep Statistika Matematika dapat dipahami dengan baik dengan adanya LKM meskipun pada proses pengerjaannya mengalami kesulitan. Dengan kata lain, LKM ternyata berperan penting dalam pembelajaran Model *PACE*. Penggunaan LKM dalam pembelajaran Model *PACE* memiliki peran penting dalam mengembangkan kemampuan matematis mahasiswa. Seperti yang diungkapkan oleh Isnarto (2014) bahwa penggunaan LKM dalam pembelajaran memiliki peran besar dalam memperkuat modal mahasiswa dalam mengembangkan kemampuan matematisnya. LKM yang didesain oleh peneliti dapat membantu mahasiswa dalam memahami konsep. Hal ini dikarenakan isi LKM disusun secara berjenjang mulai dari kasus sederhana, pengkonstruksian definisi, penerapan konsep yang telah dikonstruksi dalam bentuk kasus yang lebih kompleks, pemberian latihan untuk memperkuat konsep, sampai

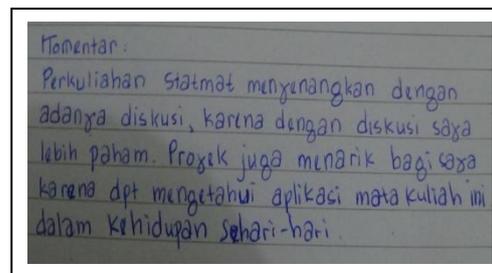
aplikasi konsep dalam kehidupan sehari-hari.

Peran LKM dalam memahami konsep Statistika Matematika diungkapkan pula oleh Mahasiswa 2, berikut ini.



Gambar 10. Respon Mahasiswa 2

Respon/pendapat Mahasiswa 2 terkait pembelajaran Model *PACE* menunjukkan bahwa tahap aktivitas dan latihan dapat membantunya dalam memahami konsep Statistika Matematika. Sementara itu berkaitan dengan pembelajaran kooperatif dan proyek diungkapkan oleh Mahasiswa 3 berikut ini.



Gambar 11. Respon Mahasiswa 3

Respon/pendapat Mahasiswa 3 terkait pembelajaran Model *PACE* menunjukkan bahwa tahap pembelajaran kooperatif dan proyek ternyata dapat membantunya dalam memahami konsep Statistika Matematika. Dengan kata lain, semua tahapan beserta LKM dalam pembelajaran *PACE* memiliki

kontribusi positif dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa terkait konsep Statistika Matematika.

Secara garis besar, Model *PACE* dapat diimplementasikan pada mata kuliah Statistika Matematika dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari tahapan-tahapannya yang berjalan dengan baik meskipun pada proses pembelajaran ditemukan kendala. Meskipun demikian, mereka ternyata memperoleh hasil belajar yang memuaskan di akhir semester. Melalui model ini, secara tidak langsung dapat meningkatkan aspek kognitif mahasiswa, seperti representasi, abstraksi, berpikir kreatif, dan pembuktian, serta afektif mahasiswa.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Model *PACE* dapat diimplementasikan dengan baik pada mata kuliah Statistika Matematika meskipun pada proses pembelajaran terdapat berbagai kendala, seperti alokasi waktu, belum terbiasanya

dengan model pembelajaran yang baru, penguasaan materi prasyarat, serta membutuhkan kerja keras dalam mengimplementasikan model tersebut.

Saran

Melalui penelitian ini, Model *PACE* diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut pada subjek lain atau mata kuliah yang lain, selain Mata Kuliah Statistika Matematika dan Statistika Dasar. Selain itu, implementasi pembelajaran Model *PACE* pada penelitian ini diharapkan dapat dikaji kembali untuk meningkatkan aspek kognitif mahasiswa, seperti kemampuan representasi, abstraksi, berpikir kreatif, pembuktian, penalaran, dan lain-lain.

Melalui hasil penelitian ini, implementasi pembelajaran Model *PACE* juga diharapkan untuk dapat dilaksanakan penelitian lanjutan dalam meningkatkan aspek afektif mahasiswa, seperti *self-renewal capacity*, *self-concept*, *self-efficacy*, dan lain-lain. Sehingga, besar kemungkinan untuk dapat mencapai kemajuan pendidikan.

DAFTAR RUJUKAN

- Dasari, D. 2009. *Peningkatan Kemampuan Penalaran Statistis Mahasiswa melalui Model PACE*. Disertasi. PPS UPI Bandung: Tidak diterbitkan.
- Isnarto. 2014. *Kemampuan Konstruksi Bukti dan Berpikir Kritis Matematis Mahasiswa pada Perkuliahan Struktur Aljabar melalui Guided Discovery Learning Pendekatan Motivation to Reasoning and Proving Tasks*. Disertasi. PPs UPI Bandung: Tidak diterbitkan.
- Lee, Carl. 1999. *An Assesment of the PACE Strategy for an introduction statistics Course*. USA: Central Michigan University.
- Lee, Carl et al. 2002. *Where do the students Get Lost: The Concept of Variation?*. ICOTS (6): 1-4.
- Marron, J.S. 1999. *Effective Writing in Mathematical Statistics*. Statistica Neerlandica, Vol. 53 (1): 68-75.
- Nurlaelah, E. 2009. *Mengembangkan Daya dan Kreativitas Matematis Mahasiswa Calon Guru melalui Pembelajaran Berbasis Teori APOS*. Disertasi. PPs UPI Bandung: Tidak diterbitkan.
- Pearce, A.R. & R.L. Cline. 2006. *Teaching the Statistics Laboratory-Keep up the PACE*. *American Journal of Psychological Research*, Vol 2 (1): 1-7.
- Petocz, P. & N. Smith. 2007. *Materials for Learning Mathematical Statistics*. Sydney: University of Technology.
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kombinasi*. Bandung: Alfabeta.
- Suryadi, D. 2012. *Membangun Budaya Baru dalam Berpikir Matematika*. Bandung: Rizqi Press.