

MEMINIMALISIR KESALAHAN KONSEP KOMBINATORIK MELALUI PEMBELAJARAN PACE

Sri Rahayuningsih
Universitas Wisnuwardhana Malang
ning.rahayu.82@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses meminimalkan kesalahan konsep kombinatorik melalui model pembelajaran PACE pada mahasiswa semester III Universitas Wisnuwardhana Malang. Metode pengambilan datanya dilakukan secara verbal, sehingga penelitian ini tergolong penelitian kualitatif. Pengambilan data diawali dengan mahasiswa diminta untuk mengerjakan soal yang berkaitan dengan masalah kombinatorik. Mahasiswa yang banyak mengalami kesalahan dilanjutkan dengan wawancara oleh peneliti. Dari data yang diperoleh dilanjutkan dengan penerapan model pembelajaran PACE yang terdiri dari (1) project; (2) activity; (3) cooperative; dan (4) exercise. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa mahasiswa yang mengalami kesalahan berkurang, hal ini berarti kesalahan konsep kombinatorik dapat diminimalkan dengan penerapan model pembelajaran PACE.

Kata kunci: konsep, kombinatorika, pembelajaran PACE

PENDAHULUAN

Pada mata kuliah matematika diskrit khususnya materi kombinatorika, mahasiswa dituntut berpikir analitik, karena materinya membutuhkan konsep permutasi dan kombinasi. Selama ini perkuliahan yang dilakukan adalah perkuliahan tatap muka dosen-mahasiswa dengan menggunakan metode ceramah, diskusi, tanya jawab dan pemberian tugas sehingga hasil yang diperoleh mahasiswa cenderung *stagnan* dan masih dirasa kurang memuaskan.

Analisis kombinatorial memberikan keterampilan menghitung banyak objek sebagai salah satu kemampuan dasar untuk memecahkan masalah. Kombinatorial dan Peluang Diskrit tanpa kita sadari juga banyak sekali ditemukan di sekitar kita. Misalnya pada pengambilan undian. Peluang seseorang akan mendapatkan undian dapat dihitung menggunakan permutasi atau kombinasi tergantung dari apakah urutan berpengaruh atau tidak.

Menganalisis kesalahan mahasiswa diperlukan dosen untuk mengetahui jenis kesalahan yang dialami oleh mahasiswa serta agar dapat menentukan solusi yang tepat untuk mengurangi terjadinya kesalahan yang sama. Solusi yang sering digunakan dosen sebagai alat untuk menyelesaikan masalah yang terjadi adalah dengan strategi pemecahan masalah, selain dapat mengembangkan tingkat berpikir dan penalaran mahasiswa secara kognitif tetapi juga dapat mengembangkan sikap mahasiswa dalam memahami serta menerapkan konsep dalam kehidupan sehari-hari (Tripathi 2009).

Dosen perlu mengetahui jenis, penyebab, serta alternatif pemecahan yang dihadapi mahasiswa sehingga pada akhirnya dosen dapat membantu menyelesaikan masalah kesalahan belajar mahasiswa. Menurut (Herholdt and Sapire 2014) bahwa secara keseluruhan, menganalisis kesalahan dapat membantu dosen untuk memahami tingkat berpikir mahasiswa sehingga dosen dapat menentukan kemampuannya di dalam kelas dan menilai prosesnya yang pada akhirnya dapat menjadi tolok ukur peningkatan prestasi.

Manfaat dari menganalisis kesalahan mahasiswa salah satunya dapat membantu dosen untuk memilih pendekatan pembelajaran yang efektif dalam mengatasi kesalahan mahasiswa dan mengajarkan bagaimana konsep, strategi, atau prosedur yang benar (Brown and Skow 2016). Berdasarkan penjelasan tersebut, dosen sebaiknya tidak hanya mengajar, tetapi juga menelusuri kesalahan belajar yang dialami mahasiswa agar pembelajaran dapat diserap secara optimal. Untuk mengurangi kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah matematika tentang kombinatorik, maka perlu pembelajaran yang berorientasi pada *project*. Ini menunjukkan bahwa pembelajaran yang berorientasi pada *project* dapat menggali kemampuan matematis mahasiswa dalam memahami konsep. Hal ini sesuai dengan pendapat (Suryana 2013a) bahwa proyek dapat meningkatkan retensinya serta dapat menggali kemampuan matematisnya, baik kemampuan kognitif maupun afektif. Pentingnya pembelajaran berorientasi *project* telah tersemayamkan dalam pembelajaran PACE (*Project Activity Cooperatif Exercise*) sehingga penelitian ini bertujuan untuk meminimalisir kesalahan konsep kombinatorik melalui pembelajaran PACE.

Konsep adalah ide atau pengertian yang diabstrakan dari peristiwa konkret (Departemen Pendidikan Nasional 2008). Perlu disadari bahwa untuk memahami konsep secara umum, dan konsep-konsep matematika khususnya, adalah berbeda dari fakta-fakta dan keterampilan lainnya, karena tanpa pembuktian biasanya tidak jelas mengapa konsep-konsep matematika tidak dapat diajarkan dengan cara yang sama sebagai kumpulan fakta atau bagian dari keterampilan/kemampuan. Dengan demikian, kemampuan matematika adalah penting, tetapi mereka harus belajar memahami konsep matematika terlebih dahulu (Gan 1982).

Menekankan pentingnya kemampuan matematika merupakan tujuan utama dari pembelajaran matematika. Salah satu tujuan utama dari pembelajaran matematika adalah mahir dalam ilmu matematika yang meliputi; 1) pemahaman konsep; 2) keterampilan prosedural; 3) kompetensi strategis; 4) penalaran adaptif; dan 5) kepribadian produktif yaitu kebiasaan berpikir logis terhadap matematika (Department of Elementary and Secondary Education 2009).

Kemampuan pemahaman matematis adalah salah satu tujuan penting dalam pembelajaran, memberikan pengertian bahwa materi-materi yang diajarkan kepada mahasiswa bukan hanya sebagai hafalan, namun lebih dari itu dengan pemahaman mahasiswa dapat lebih mengerti konsep materi pelajaran itu sendiri. Pemahaman matematis juga merupakan salah satu tujuan dari setiap materi yang disampaikan oleh dosen, sebab dosen merupakan pembimbing mahasiswa untuk mencapai konsep yang diharapkan. Mengajar pada dasarnya harus menyertakan dua komponen utama yaitu memberi dan menerima informasi, sehingga dosen mencoba cara yang terbaik untuk memberikan pengetahuan agar mahasiswa paham sehingga tujuan pendidikan tidak

hanya membuat mahasiswa pandai tetapi juga menambahkan pemikiran yang rasional, berpengetahuan dan mandiri (Acca and Aicwa 2010).

Mahasiswa menunjukkan pemahaman konseptual dalam matematika menurut (Balka, Hull, and Miles 2001) jika terbukti dapat mengerti, menamai, dan menghasilkan contoh konsep; menggunakan model yang saling berhubungan, diagram, manipulatif, dan beragam representasi dari konsep; mengidentifikasi dan menerapkan prinsip-prinsip; mengetahui dan menerapkan fakta dan definisi; membandingkan, dan mengintegrasikan konsep terkait dengan prinsip-prinsip; mengakui, menafsirkan, dan menerapkan tanda-tanda, simbol, dan istilah yang digunakan untuk mewakili konsep.

Kombinatorik (*Combinatoric*) adalah cabang matematika yang mempelajari pengaturan objek-objek tanpa harus mengenumerasi terlebih dahulu. Solusi yang ingin kita peroleh adalah jumlah cara pengaturan objek-objek tertentu di dalam himpunannya. Terdapat dua kaidah dasar unuk dapat memecahkan banyak masalah persoalan menghitung dalam Kombinatorial. Kaidah tersebut adalah Kaidah Perkalian (*rule of procut*) dan Kaidah Penjumlahan (*rule of sum*).

Kaidah perkalian dan kaidah penjumlahan tersebut juga dapat diperluas sehingga mengandung lebih dari dua buah percobaan. Misalkan ada n percobaan, masing-masing dengan hasil p_i , maka hasil yang mungkin adalah:

$p_1 \times p_2 \times p_3 \times \dots \times p_n$ untuk kaidah perkalian.

$p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n$ untuk kaidah penjumlahan.

Kaidah perkalian juga telah berkembang dan salah satunya yang juga sering digunakan dalam Kombinatorial dan sudah kita kenal yaitu Permutasi. Permutasi memiliki rumus :

$$P(n, r) = n(n-1)(n-2) \dots (n-(r-1)) \\ = \frac{n!}{(n-r)!}$$

Selain Permutasi juga terdapat Kombinasi. Kombinasi merupakan perluasan dari Permutasi. Jika pada permutasi urutan kemunculan diperhitungkan sedangkan pada kombinasi urutan kemunculan diabaikan. Rumus dari Kombinasi adalah seperti berikut:

$$C(n, r) = \frac{P(n, r)}{P(r, r)} = \frac{n!(n-r)!}{r!(r-r)!} = \frac{n!}{r!(n-r)!}$$

Selain itu juga terdapat Kombinasi dengan Pengulangan yang biasa dituliskan dengan $C(n+r-1, r)$. Kombinasi dengan Pengulangan adalah jumlah kombinasi yang membolehkan adanya pengulangan elemen, yaitu dari n buah objek kita mengambil r buah objek, dengan pengulangan diperbolehkan. Maka rumusnya adalah:

$$C(n+r-1, r) = C(n+r-1, n-1) \text{ (Stanley 2011)}$$

Model PACE dikembangkan oleh Lee (1999) yang merupakan singkatan dari Proyek (*Project*), Aktivitas (*Activity*), Pembelajaran kooperatif (*Cooperative Learning*) dan Latihan (*Exercise*). Mahasiswa yang diajarkan oleh Model PACE jauh lebih terlibat dalam pembelajaran aktif melalui kerja kelompok dan diskusi kelas (Suryana 2013b).

Pembelajaran kooperatif dalam Model PACE dilaksanakan di dalam kelompok dan harus mendiskusikan solusi dari permasalahan dalam Lembar Kerja Kelompok (LKK) yang bertujuan untuk mengembangkan strategi sosial dan sikap sosial pada mahasiswa, dan untuk meningkatkan hubungan sosial dalam di antara kelompok-kelompok (Terwel 2011). Latihan dalam penelitian ini diberikan kepada mahasiswa berupa tes akhir sebagai evaluasi yang dikerjakan secara individu untuk melihat tingkat penguasaan mahasiswa terhadap materi. Menurut (Roediger, Putnam, and Smith 2011) tujuan tes selain meningkatkan kinerja juga dapat meningkatkan retensi informasi berupa dan di transfer untuk situasi lain. Hal ini berarti tes dapat membantu siswa mengatur informasi dan membentuk basis pengetahuan yang koheren. Manfaat lain dari tes yang cukup positif yaitu mahasiswa cenderung untuk belajar lebih banyak dan dengan lebih teratur Tahap latihan atau tes akhir ini berkaitan dengan refleksi seperti dalam Polya pada langkah ke-4, yaitu memeriksa kembali hasil dan proses (Polya 1957).

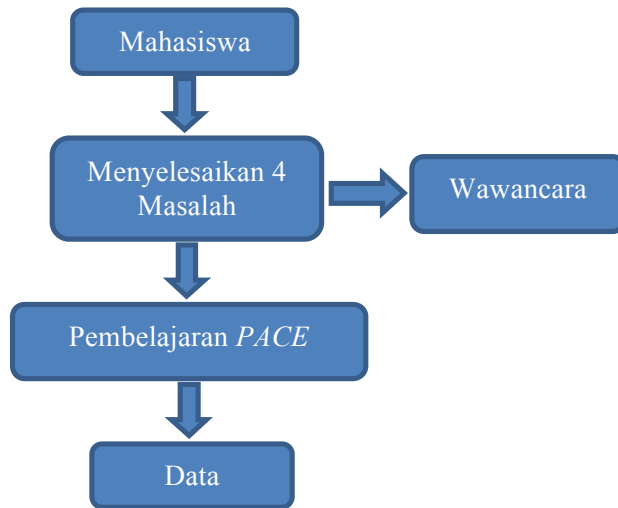
Model PACE dalam kajian ini berdasarkan penjelasan di atas merupakan salah satu model pembelajaran berlandaskan konstruktivisme yang memiliki tahap/fase: Proyek (*Project*), Aktivitas (*Activity*), Pembelajaran kooperatif (*Cooperative Learning*) dan Latihan (*Exercise*) dengan menggunakan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) dalam proses pembelajarannya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan proses meminimalkan kesalahan konsep kombinatorik melalui model pembelajaran *PACE* pada mahasiswa semester III Universitas Wisnuwardhana Malang. Pengambilan datanya dilakukan secara verbal, sehingga penelitian ini tergolong penelitian kualitatif seperti yang dikatakan (Creswell 2014) bahwa peneliti kualitatif biasanya mengumpulkan beberapa bentuk data, seperti wawancara, observasi, dokumen, dan informasi audiovisual daripada bergantung pada satu sumber data, kemudian peneliti menganalisis data, mendeskripsikan, dan mengkualifikasi data dalam bentuk verbal.

Instrumen utama pada penelitian ini adalah peneliti sendiri, karena peneliti yang merencanakan, merancang, melaksanakan, mengumpulkan data, menganalisis data, menarik kesimpulan dan membuat laporan. Untuk memperkuat data dalam penelitian ini, maka diperlukan instrumen penunjang. Instrumen penunjang yang dimaksud adalah alat yang digunakan untuk mengumpulkan data tentang model pembelajaran *PACE* pada mahasiswa semester III pada konsep kombinatorika, yaitu: SAP dan lembar tugas.

Pengambilan data diawali dengan mahasiswa diminta untuk mengerjakan soal yang berkaitan dengan masalah kombinatorik. Mahasiswa yang salah dalam mengerjakan secara konsep dianalisis oleh peneliti. Sebagian besar mahasiswa mengalami kesalahan konsep, kesalahan prosedur dan kesalahan pemodelan dalam bentuk matematik. Mahasiswa yang banyak mengalami kesalahan dilanjutkan dengan wawancara oleh peneliti. Para peserta diwawancarai secara berpasangan oleh peneliti dalam sesi yang berlangsung sekitar 20 menit. Berikut bagan prosedur penelitian:



Bagan 1. Prosedur Penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam pengambilan data, peneliti meminta mahasiswa untuk mengerjakan empat soal kombinatorik. Sementara peneliti dibantu oleh anggota melakukan observasi dalam pembelajaran. Adapun soalnya adalah sebagai berikut.

Soal 1: “Sebuah bioskop mempunyai jajaran kursi yang disusun perbaris. Tiap baris terdiri dari 6 tempat kursi. Jika 2 orang akan duduk, berapa banyak pengaturan tempat duduk yang mungkin pada suatu baris?”. Dan jawaban salah satu mahasiswa adalah sebagai berikut.

$$\text{Banyak pengaturan tempat duduk pada suatu baris adalah } C(6,2) = \frac{6!}{(6-2)! \cdot 2!} = \frac{6!}{4! \cdot 2!} = \frac{6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{4 \times 3 \times 2 \times 1 \times 2 \times 1} = 15$$

Gambar 1

Gambar 1 menunjukkan bahwa kesalahan mahasiswa terletak pada pemahaman konsep. Soal yang seharusnya di kerjakan dengan permutasi, tetapi dikerjakan dengan menggunakan kombinasi dan begitu pula sebaliknya. Hal semacam ini termasuk jenis kesalahan konsep.

Soal 2 : “Berapa jumlah kemungkinan membentuk 3 angka dari 5 angka berikut: 1, 2, 3, 4, 5 jika tidak boleh ada pengulangan angka?”. Diperoleh jawaban salah satu mahasiswa sebagai berikut.

$$P(5,3) = \frac{5}{(5-3) \cdot 3} = \frac{5}{2 \cdot 3} = \frac{5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{2 \times 1 \times 1 \times 3 \times 2 \times 1} = 10$$

Gambar 2

Dari soal 2 dapat di ambil suatu kesimpulan bahwa mahasiswa mengalami kesalhan prosedural, artinya mahasiswa salah dalam mengaplikasikan rumus atau terbalik

dalam menggunakan rumus. Mahasiswa yang sudah menyelesaikan soal dengan permutasi, tetapi menggunakan langkah kombinasi.

Soal 3 : “Dalam suatu ujian, setiap mahamasiswa harus mengerjakan 5 soal dari 8 soal yang disediakan. Tentukan: a) banyaknya cara memilih soal; b) banyak cara memilih 2 soal dari 4 soal pertama dan 3 soal dari 4 soal kedua harus dikerjakan”.

Dari soal 3 ditemukan hasil pekerjaan mahasiswa seperti gambar 3.

3. a. Banyak cara memilih soal = $P(8,5)$
 $= \frac{8!}{(8-5)!}$
 $= \frac{8!}{3!}$
 $= \frac{8 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1}{3 \cdot 2 \cdot 1}$
 $= 6720 \text{ cara}$

Gambar 3

Pada gambar 3 diperoleh bahwa mahasiswa menyelesaikan soal menggunakan permutasi, sebenarnya soal 3 dikerjakan secara kombinasi. Dalam hal ini mahasiswa mengalami kesalahan kesulitan dalam memodelkan kedalam bentuk matematika. Dari data diatas diperoleh beberapa kesalahan yang dialami oleh mahasiswa dalam menyelesaikan soal kombinatorika, yaitu

1. Kesalahan konsep

Kesalahan konsep yang dilakukan adalah cara menyelesaikan soal yang seharusnya menggunakan permutasi tetapi dikerjakan dengan cara kombinasi atau bahkan sebaliknya. Selain itu, dalam menggunakan rumus permutasi atau kombinasi kadang-kadang masih terbalik.

Kesulitan pemahaman konsep terjadi karena mahasiswa cenderung menghafal sehingga kesalahan terjadi karena mahasiswa kurang memahami konsep secara jelas. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Herholdt and Sapire 2014) kesalahan terjadi karena kurangnya pemahaman mahasiswa dalam memahami konsep.

2. Kesalahan prosedur

Kesalahan prosedur yang sering dilakukan mahasiswa diantaranya kurang menuliskan tanda faktorial pada operasi permutasi atau kombinasi, sehingga diperoleh hasil akhir salah. Hal ini sesuai dengan (Brown and Skow 2016) yang menyatakan bahwa kesalahan prosedural terjadi ketika seorang mahasiswa salah menerapkan aturan atau algoritma (yaitu, rumus atau prosedur langkah-demi-langkah untuk memecahkan masalah).

3. Kesalahan dalam memodelkan ke dalam bentuk matematika

Kesalahan dalam memodelkan ke dalam bentuk matematika sering dialami mahasiswa dalam mengerjakan soal nomer 2 dan 4. Dari hasil wawancara yang telah dilakukan peneliti, mahasiswa masih bingung dalam menterjemahkan kedalam bentuk matematika, sehingga dalam macet dalam mengerjakan langkah berikutnya.

Pemahaman konseptual dan prosedural yang benar merupakan landasan yang memungkinkan terbentuknya pemahaman yang benar terhadap konsep-konsep lain yang berhubungan, konsep yang lebih kompleks, fakta, hukum, prinsip dan teori-teori dalam matematika. Pemahaman suatu konsep yang tidak benar memungkinkan

terbentuknya konsep-konsep lain berkaitan yang tidak benar pula karena bagian dari pengetahuan matematika mencakup topik-topik tertentu yang meliputi pemahaman prosedur dan konsep, yang keduanya adalah saling berhubungan. Anak pada awalnya memperoleh pengetahuan konseptual terlebih dahulu, misalnya, melalui penjelasan orang tua kemudian memperoleh pengetahuan prosedural melalui praktik pemecahan masalah secara berulang. Hal ini sesuai pernyataan (Rittle-Johnson and Schneider 2014) yaitu

“Overall, there is extensive evidence from a variety of mathematical domains indicating that the development of conceptual and procedural knowledge of mathematics is often iterative, with one type of knowledge supporting gains in the other knowledge, which in turn supports gains in the other type of knowledge. Conceptual knowledge may help with the construction, selection, and appropriate execution of problem-solving procedures. At the same time, practice implementing procedures may help students develop and deepen understanding of concepts, especially if the practice is designed to make underlying concepts more apparent. Both kinds of knowledge are intertwined and can strengthen each other over time”.

Berdasarkan pernyataan di atas sesungguhnya matematika menunjukkan bahwa pengembangan pengetahuan konseptual dan prosedural dalam matematika sering berulang, dan saling mendukung antara pengetahuan yang satu dengan pengetahuan lainnya. Pengetahuan konseptual dapat membantu dengan mengkonstruksi, menyeleksi, dan menyelesaikan prosedur yang tepat dari suatu pemecahan masalah. Pada waktu yang bersamaan, latihan menerapkan prosedur dapat membantu mahasiswa mengembangkan dan memperdalam pemahaman tentang konsep, terutama jika latihan ini dirancang untuk membuat konsep yang mendasari lebih jelas sehingga pengetahuan konseptual dan pengetahuan procedural dapat saling memperkuat dari waktu ke waktu.

Dalam pembelajaran matematika, model matematika memiliki peran penting dalam membantu mahasiswa lebih memahami proses merubah keadaan nyata ke dalam bahasa matematika (*mathematizing*). Dengan meningkatnya peran matematika dalam dunia nyata, pendidikan matematika memerlukan arah pendidikan yang penuh informasi dan melatih anak berfikir kritis. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa konsep dan prosedur merupakan pondasi berfikir, sehingga pemahaman konseptual dan prosedural yang benar menjadi sangat penting untuk dimiliki. Pemahaman konseptual dan prosedural yang benar merupakan landasan dalam memahami fakta-fakta, hukum-hukum, prinsip-prinsip dan teori-teori dalam ilmu matematika secara benar. Selain itu, pemahaman secara benar akan menghasilkan penerapan konsep yang benar sebagai landasan untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari dan perkembangan IPTEK.

Setelah mengetahui jenis kesalahan mahasiswa, peneliti meminta mahasiswa untuk mengorganisasikan menjadi 5 kelompok dan sekaligus setiap anggota pada kelompoknya telah memiliki lembar kerja proyek (LKP) yang telah disiapkan oleh peneliti.

Pada tahap ini peneliti membagikan Lembar Kerja Proyek (LKP) yang sebenarnya dikerjakan di rumah secara berkelompok, dan memberikan lembar kerja

aktivitas yang tercermin pada lembar kerja mahasiswa (LKM) yang dikerjakan secara individu dan menyampaikan tujuan pembelajaran yang ingin di capai pada pertemuan pertama. Selanjutnya selama 30 menit mahasiswa bekerja secara individu untuk menyelesaikan lembar kerja mahasiswa yang telah disajikan. Setelah 30 menit berlalu peneliti mengarahkan mahasiswa untuk membahas lembar kerja mahasiswa yang telah dikerjakan. Peneliti meminta kepada mahasiswa untuk mempresentasikan hasil pekerjaan mereka.

Pada tahap berkelompok, mahasiswa diminta mengerjakan lembar kerja kelompok yang dikemas dalam lembar kerja kelompok (LKK). Pada pertemuan kedua ini proses kegiatan diskusi kelompok dan kerja sama dalam kelompok masih jelek. Secara keseluruhan mereka kurang dapat membagi tugas dalam kelompoknya serta cenderung belum memahami materi yang telah diberikan. Dalam menjalankan strategi peneliti menjalankan fungsinya sebagai fasilitator untuk memberikan bantuan secukupnya pada mahasiswa dengan cara berkeliling setiap kelompok diskusi. Bantuan ini berupa pertanyaan untuk membantu mahasiswa memahami suatu materi dan pertanyaan untuk mengetahui tingkat pemahaman mahasiswa. Peneliti juga berusaha mengaktifkan mahasiswa pada semua kelompok dengan menanyakan pendapat mereka tentang lembar kerja mahasiswa (LKM).

Dari hasil pengamatan peneliti, hampir semua mahasiswa masih belum paham materi, padahal materi kombinatorik sudah pernah diterima di sekolah menengah atas. Diperhatikan dari lembar kerja proyek, mahasiswa masih belum paham tentang tugasnya. LKP dibuat agar di kerjakan secara berkelompok dengan cara mahasiswa membuat sendiri permasalahan yang kemudian mencari sendiri solusinya. Dalam hal ini peneliti masih memberikan banyak contoh agar mahasiswa memahami tugas yang terdapat di lembar kerja proyek.

Peneliti memberikan waktu 20 menit untuk 5 soal yang terdapat dalam lembar kerja aktivitas. Soal yang diberikan diantaranya sebagai berikut.

- 1. Tiga kupon undian diambil dari 30 kupon untuk menentukan hadiah pertama, kedua dan ketiga. Hitung banyaknya titik contoh dalam ruang contohnya.*
- 2. Berapa banyak cara 10 orang dapat menginap dalam 2 kamar triple dan 3 kamar double.*
- 3. Berapa banyak permutasi yang berbeda yang dapat disusun dari huruf-huruf dalam kata "KOMBINATORIK".*
- 4. Dari 6 bola merah, 5 bola kuning dan 4 bola hijau, berapa banyak kemungkinan pilihan yang terdiri atas 9 bola, bila setiap warna harus diambil 3.*
- 5. Pengiriman 14 komputer ternyata 4 diantaranya mengalami kerusakan. Berapa kemungkinan cara sebuah sekolah yang membeli 6 diantaranya, menerima sekurang-kurangnya 3 komputer rusak.*

Selanjutnya, Pada tahap akhir dosen memberikan respon terhadap jalannya diskusi dan mengarahkan mahasiswa untuk membuat kesimpulan serta meminta mahasiswa untuk merefleksi hasil pemahaman mereka dan memberikan penguatan terhadap konsep kombinatorik agar mahasiswa tidak mudah lupa. Peneliti juga memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengajukan pertanyaan.

Pada pertemuan ini, mahasiswa diminta untuk mengumpulkan lembar kerja proyek yang telah diberikan pada pertemuan sebelumnya. Lembar kerja proyek yang dikumpulkan oleh mahasiswa masih sangat sederhana dalam membuat masalah dan mencari penyelesaiannya. Masalah yang di buat oleh mahamahasiswa diantaranya seperti di tabel 1 berikut.

Tabel 1 Masalah yang dibuat masing-masing kelompok

| Kelompok | Soal |
|----------|--|
| 1 | <i>Berapa banyak seorang trainer Pokemon Go dapat menjadwalkan 4 pertandingan dengan 4 trainer Pokemon Go lainnya, bila semuanya bersedia pada 6 kemungkinan yang berbeda?</i> |
| 2 | <i>Dari 5 jenis tanaman hias dan 4 model pot tanaman, hitunglah banyaknya kemungkinan taman yang dapat dibentuk dari 3 jenis tanaman hias dan 1 model pot tanaman yang sama</i> |
| 3 | <i>Berapa banyak permutasi yang berbeda yang dapat disusun dari huruf-huruf dalam kata "MATEMATIKA"</i> |
| 4 | <i>Dari 6 mahamahasiswa Pendidikan Matematika dan 4 mahamahasiswa Pendidikan PKN akan dipilih untuk mengikuti pelatihan kepemimpinan. Berapa banyak cara tim yang dapat dibentuk jika terdiri dari 3 mahamahasiswa Pendidikan Matematika dan 2 mahamahasiswa Pendidikan PKN.</i> |
| 5 | <i>Berapa banyak bilangan yang tersusun atas 4 angka yang dapat dibuat dari angka-angka 1, 2, 3, 4, 5, 6 bila setiap angka hanya boleh digunakan sekali</i> |

Dilihat dari soal yang dibuat, mahasiswa masih ada yang belum memahami konsep kombinatorik. Setelah membahas tugas proyek, kegiatan dilanjutkan dengan evaluasi sebagai tahapan *exercise* untuk mengetahui kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal kombinatorik apakah sudah berkurang. Dari hasil *exercise* secara individu menunjukkan bahwa kesalahan konsep kombinatorik sudah berkurang meskipun belum semuanya.

Analisis data pada penelitian ini mengenai kesalahan konsep kombinatorik pada saat dilakukan wawancara. Pada tahap *exercise* mahasiswa yang diberikan meliputi: kaidah penjumlahan dan perkalian, permutasi, kombinasi serta penyelesaian masalah dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan kombinatorik.

Dari data yang diperoleh bahwa kesalahan mahasiswa dalam konsep dan penyelesaian masalah 15%, ini artinya kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa pada saat belajar kombinatorik dan penyelesaian masalah dapat diminimalkan dengan pembelajaran *PACE*. Pembelajaran *PACE*, dalam penelitian ini adalah *project* yang dikemas dalam tugas proyek dengan mahasiswa mencari masalah sendiri sekaligus mencari solusinya, *activity* yang dicerminkan dalam lembar kerja mahasiswa, *cooperative* yang merupakan pembelajaran berkelompok dan *exercise* adalah tes akhir yang dilakukan secara individu. Berikut langkah-langkah pembelajaran *PACE*.

Tabel 2. Tahap Pembelajaran *PACE*

| Tahap | Peran Dosen |
|-----------------------------------|---|
| <i>Project/</i> proyek | Memberikan kesempatan kepada mahamahasiswa untuk menggali informasi dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan konsep kombinatorik dengan memberikan tugas kepada mahamahasiswa untuk mencari masalah dalam kehidupan sehari hari dan sekaligus mencari solusinya. |
| <i>Activity/</i> aktivitas | Memberikan lembar kerja mahamahasiswa sebagai aktivitas dalam pembelajaran di kelas yang berisikan pertanyaan yang berkaitan dengan kombinatorik yang dikerjakan secara individu. |
| <i>Cooperative/</i> kooperatif | Memberikan kesempatan pada mahamahasiswa untuk berdiskusi dengan kelompoknya mengenai lembar kerja mahamahasiswa yang kemudian dilanjutkan dengan soal pematapan yang juga dikerjakan secara berkelompok dan mahamahasiswa diminta untuk mempresentasikannya. |
| <i>Exercise/</i> latihan | Memberikan soal sebagai tes akhir yang dikerjakan secara individu. |

Pada pembelajaran *project/proyek*, pemahaman konsep kombinatorik lebih bisa diterima oleh mahasiswa, karena didalamnya terdapat kegiatan mahasiswa dalam mengkaitkan masalah dari kehidupan sehari-hari dengan konsep kombinatorik sebagai solusinya. Menurut (Mahmudi 2011) belajar berbasis proyek memungkinkan mahasiswa untuk mencari ide-ide mereka sendiri, berlatih mengeluarkan pendapat atas temuannya, serta berani membuat keputusan yang mempengaruhi hasil proyek dan proses pembelajaran pada umumnya. Belajar Berbasis Proyek berfokus pada terlibat siswa dalam penyelidikan. Dalam kerangka ini, siswa menentukan solusi untuk menyelesaikan masalah dengan mengajukan dan pertanyaan, diskusi, memperkirakan, merancang rencana, mengumpulkan dan menganalisis data, menarik kesimpulan, mengkomunikasikan ide-idenya dan temuan kepada orang lain.

Pada pembelajaran *activity/aktivitas*, mahasiswa diberikan lembar kerja aktivitas yang berisikan ringkasan materi dan beberapa pertanyaan yang wajib dikerjakan secara individu namun diperbolehkan diskusi dengan teman yang lain atau anggota kelompoknya sendiri. Pada tahap ini mahasiswa diharapkan dapat menguasai konsep kombinatorik dan dapat mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari yang tercermin dalam soal. Seperti yang dikemukakan (Onderwijs 2015) bahwa Model tersirat dalam latihan memiliki pengaruh besar pada kemampuan mahasiswa dalam memecahkan masalah, tetapi bukan hanya model implisit yang menyebabkan masalah dilihat konteks dan fokus mereka pada aspek-aspek tertentu mungkin mempersulit atau menyederhanakan solusi berdasarkan model implisit. Mahasiswa dapat memiliki kesulitan yang diinterpretasikan dalam pertanyaan dan strategi solusi. Latihan merupakan pemilihan dan perumusan pertanyaan yang sederhana dan jelas. Dalam proses pemecahan diharapkan ada diskusi yang muncul mengenai interpretasi dari pertanyaan serta focus dan memperhatikan karakteristik kombinatorial yang berulang dan beraturan.

Diskusi dalam kelompok juga sangat berpengaruh pada pemahaman mahasiswa, hal ini didukung dengan kesepakatan dalam pembelajaran matematika yaitu jika salah satu anggota kelompok ada yang tidak bisa mengerjakan soal, maka anggota kelompok lainnya harus memberikan penjelasan. Dan jika salah satu anggota kelompok mendapat nilai atau skor jelek atau rendah, maka itu juga merupakan tanggungjawab dari anggota kelompok lainnya. Dari sini mahasiswa akan memahami pula pentingnya kerjasama dalam diskusi dengan orang lain atau anggota kelompok, seperti yang dikatakan (Hossain and Tarmizi 2013) bahwa pembelajaran kooperatif memiliki dampak positif dan sikap percaya diri pada mahasiswa dalam pembelajaran matematika. Pembelajaran kooperatif memungkinkan mahasiswa untuk memperoleh masalah dan teknik pemecahan masalah yang tepat, serta mereka mampu mengatasi masalah dengan lebih baik.

Pada tahapan *exercise*/latihan berupa tes evaluasi yang bertujuan mengevaluasi mahasiswa untuk mengetahui tingkat pemahamannya dilihat dari tingkat kesalahannya. Tes tersebut dirancang untuk menilai pengetahuan mahasiswa tentang pengetahuan konsep dan pengetahuan prosedural dari rumus dan fakta (National Council of Education Research and Training 2006).

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini untuk meminimalisir kesalahan konsep kombinatorik adalah melalui pembelajaran *PACE* yang terdiri dari (1) *project* yaitu tugas yang dikemas dalam bentuk tugas proyek yang dikerjakan secara berkelompok; (2) *activity* yaitu mengerjakan lembar kerja mahasiswa yang berisikan ringkasan materi, contoh soal dan latihan soal yang dikerjakan secara berkelompok yang kemudian didiskusikan hasilnya; (3) *cooperative* yaitu bekerja secara kelompok yang dicerminkan melalui lembar kerja kelompok sebagai pemantapan pemahaman konsep dalam materi kombinatorik; dan (4) *exercise* yaitu latihan yang dikemas menjadi tes akhir sebagai evaluasi yang dikerjakan secara individu.

Pembelajaran ini bisa dimodifikasi sesuai dengan materi mata kuliah matematika yang lainnya. Penelitian ini selain melihat proses kesalahan mahasiswa dalam memahami konsep kombinatorik, tetapi juga berhasil meminimalisir kesalahan konsep kombinatorik yang dialami oleh mahasiswa melalui pembelajaran *PACE*.

DAFTAR PUSTAKA

- Acca, Damodharan V S, and Rengarajan V Aicwa. 2010. "Innovative Methods of Teaching I . Introduction II . Importance of Education :” *Education*, 1–16. math.arizona.edu.
- Balka, Don, Ted Hull, and Harbin Miles. 2001. "What Is Conceptual Understanding?” *MathsLeadership.com*, 12–15.
- Brown, Janice, and Kim Skow. 2016. *Mathematics: Identifying and Addressing Student Errors* THE IRIS CENTER 31.
- Creswell, John W. 2014. *RESEARCH DESIGN*. 4th ed. Lincoln: University of Nebraska.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2008. *Kamus Bahasa Indonesia*. Vol. 1. Jakarta: Pusat Bahasa. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.

- Department of Elementary and Secondary Education. 2009. "Missouri K-12 Mathematics: Core Content, Learning Goals and Performance Indicators." *Missouri K-12 Mathematics Learning Goals*. Missouri: Mathematics Engineering Technology and Science (METS) Alliance.
- Gan, Kee Soon. 1982. "Development of Mathematical Concepts and Skills in Primary." *Teaching and Learning* 3 (1): 14–20.
- Herholdt, Roelien, and Ingrid Sapire. 2014. "An Error Analysis in the Early Grades Mathematics – A Learning Opportunity? Background: Teachers Learning from Child Assessment in National Tests." *South African Journal of Childhood Education* 4 (1): 42–60.
- Hossain, Anowar, and Rohani Ahmad Tarmizi. 2013. "Effects of Cooperative Learning on Students' Achievement and Attitudes in Secondary Mathematics." *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 93. Elsevier B.V.: 473–77. doi:10.1016/j.sbspro.2013.09.222.
- Mahmudi, Ali. 2011. "Project-Based Learning," no. July: 0–18.
- National Council of Education Research and Training. 2006. *Teaching of Mathematics*.
- Onderwijs, Onderzoek van. 2015. "Van Hiele Levels Applied to Solving Combinatorial Reasoning Problems." *Frits Hof Simone Dupont Fleur Eijmaal-Kroonbergs Voor: 2015 August 17, 24*.
- Polya, George. 1957. *How To Solve It*. Garden City, New York: Doubly Anchor Books.
- Rittle-Johnson, Bethany, and Michael Schneider. 2014. "Developing Conceptual and Procedural Knowledge of Mathematics." *Oxford Handbook of Numerical Cognition*, 1118–34. doi:10.1093/oxfordhb/9780199642342.013.014.
- Roediger, Henry L., Adam L. Putnam, and Megan A. Smith. 2011. *Ten Benefits of Testing and Their Applications to Educational Practice. Psychology of Learning and Motivation - Advances in Research and Theory*. Vol. 55. doi:10.1016/B978-0-12-387691-1.00001-6.
- Stanley, Richard P. 2011. "Enumerative Combinatorics." In , 2nd ed. Vol. 1.
- Suryana, Andri. 2013a. "Penerapan Model Pembelajaran PACE Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis." In *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika*, edited by Budiyo, Mardiyana, Imam Sujadi, Budi Usodo, Ponco Sudjatmiko, and Dwi Maryono, 1:25–102. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- . 2013b. "PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN PACE DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN MEMBUKTIKAN MATEMATIS." In *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 978–79. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Terwel, Jan. 2011. "Cooperative Learning and Mathematics Education : A Happy Marriage ?" *OECD France Workshop*, no. May: 1–14.
- Tripathi, Pn. 2009. "Problem Solving in Mathematics: A Tool for Cognitive Development." In *Proceedings of epiSTEME 3*, 168–73.