

PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN *PACE (PROJECT, ACTIVITY, COOPERATIVE LEARNING, EXERCISE)* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMBUKTIAN MATEMATIS PESERTA DIDIK SMA

Derry Aryadi¹⁾, Deti Ahmatika²⁾

Program Studi Pend. Matematika, FKIP, Universitas Islam Nusantara

aryadider23@gmail.com

Abstract

*The background of this research is the low mathematical proofing ability of students. One alternative learning that can be applied to improve students' mathematical proofing ability is the PACE learning. The purpose of this study is to find out: whether the students' mathematical evidentiary ability using the PACE learning is better than students who use PBL (Problem Based Learning) models, and how students respond to mathematics learning using the PACE learning. The research method is quasi-experimental, with a pretest-posttest control group design research design. The study was conducted in one of the state high schools in the city of Bandung. The study population was all students of class XI, the sample students of class XI MIPA-1 as the experimental class were given the PACE treatment and class XI MIPA-2 as the control class was given the PBL treatment. The research instrument was a mathematical proofing ability test, a student questionnaire, and an educator observation sheet. The results of the research are quantitative and qualitative data. Analysis of quantitative research results using *t* test, while qualitative results use a Likert scale. Based on the analysis of the results of the mathematical proofing ability test, it can be concluded that: the mathematical proofing ability of students by using the PACE learning model is better than the students who use PBL learning models, and the students' responses to mathematics learning using the PACE learning are positive.*

Keywords: *PACE learning, mathematical proofing ability, and student response.*

1. PENDAHULUAN

Dalam mempelajari matematika, peserta didik membutuhkan kemampuan- kemampuan matematis, diantaranya adalah kemampuan representasi, abstraksi, berpikir kreatif, dan pembuktian. Menurut Hanna dan Barbeau (Suryana, 2008) pembuktian adalah penerapan sejumlah berhingga langkah-langkah logis dari apa yang diketahui (aksioma, prinsip-prinsip atau hasil yang telah dibuktikan sebelumnya) dan menerapkan prinsip-prinsip logika, untuk menciptakan argumen deduktif yang valid guna mencapai suatu kesimpulan menggunakan aturan inferensi yang dapat diterima. Kemampuan pembuktian dalam matematika harus dikuasai oleh peserta didik untuk membuat peserta didik paham tentang suatu materi yang dipelajari. Didalam matematika terdapat materi yang berkaitan dengan materi lainnya. Akan sulit bagi peserta didik apabila tidak menguasai tentang kemampuan pembuktian matematis.

Belajar matematika tidak lepas dari belajar pembuktian. Pembuktian merupakan proses bermatematika yang dipandang sulit (Suryadi, 2007). Menurut Moore (Suryana, 2013). Kesulitan peserta didik dalam menyusun bukti disebabkan oleh: (1) peserta didik tidak memahami dan tidak dapat menyatakan definisi; (2) peserta didik mempunyai keterbatasan intuisi yang terkait dengan konsep; (3) gambaran konsep yang dimiliki oleh peserta didik tidak memadai untuk menyusun suatu pembuktian; (4) peserta didik tidak mampu, atau tidak mempunyai kemauan membangun suatu contoh sendiri untuk memperjelas pembuktian; (5) peserta didik tidak tahu bagaimana memanfaatkan definisi untuk menyusun bukti lengkap; (6) peserta didik tidak memahami penggunaan bahasa dan notasi matematis; serta (7) peserta tidak tahu cara mengawali pembuktian.

Berdasarkan observasi ketika melaksanakan Magang III di salah satu sekolah menengah atas di Bandung. Kemampuan pembuktian matematis peserta didik masih kurang, terlihat dari hasil ulangan harian peserta didik yang kurang dari KKM yang ditetapkan yakni 76. Terlebih ketika diberikan soal tentang pembuktian. Soal pembuktian yang diberikan sesuai dengan salah satu

indikator kemampuan pembuktian matematis. Menurut Lestari dan Yudhanegara, (2017:106) peserta didik mampu menyajikan bukti kebenaran suatu pernyataan secara matematis. Namun pada lembar jawaban peserta didik, terutama soal tentang menyajikan bukti kebenaran suatu pernyataan. Banyak peserta didik yang tidak menjawab soal tersebut. Hal ini terlihat pada hasil ulangan harian. Peserta didik kesulitan dalam mengerjakan soal tentang pembuktian.

Dari berbagai uraian diatas mengenai kemampuan pembuktian matematis, menunjukkan bahwa masih rendahnya peserta didik dalam menguasai kemampuan tersebut. Untuk meningkatkan kemampuan pembuktian matematis peserta didik, maka diperlukan upaya yang sungguh-sungguh oleh pendidik untuk mengelola pembelajaran dengan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk secara aktif terlibat dalam pengkajian materi dan dapat mengkonstruksi konsep-konsep dengan kemampuan sendiri. Salah satu model yang menganut teori belajar konstruktivisme yang menekankan keterlibatan aktif peserta didik adalah pembelajaran Model PACE. Model PACE dikembangkan oleh Lee (Suryana, 2008) yang merupakan singkatan dari Proyek (*Project*), Aktivitas (*Activity*), Pembelajaran kooperatif (*Cooperative Learning*) dan Latihan (*Exercise*). Peserta didik yang terlibat dalam pembelajaran Model PACE jauh lebih aktif dalam pembelajaran melalui kerja kelompok dan diskusi kelas.

Dengan demikian, pembelajaran dengan menggunakan model PACE (*Project, Activity, Cooperative Learning, Exercise*) dipandang perlu. Berdasarkan pada teori-teori tentang kemampuan pembuktian matematis peserta didik serta model PACE yang telah dipaparkan. Sehingga, peneliti tertarik dalam menerapkan model PACE (*Project, Activity, Cooperative Learning, Exercise*) untuk meningkatkan kemampuan pembuktian matematis peserta didik.

Berdasarkan masalah yang telah diuraikan diatas, rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah; Apakah kemampuan pembuktian matematis peserta didik dengan menggunakan model PACE (*Project, Activity, Cooperative learning, Exercise*) lebih baik dibandingkan dengan peserta didik yang menggunakan model *Problem Based Learning*?, serta bagaimana respons peserta didik terhadap pembelajaran matematika yang menggunakan model PACE (*Project, Activity, Cooperative learning, Exercise*)?

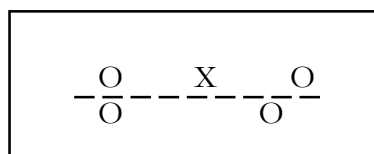
Supaya pengkajian tidak meluas lingkup pengkajian serta keterbatasan kemampuan peneliti maka penelitian ini terdapat pembatasan-pembatasan, diantaranya penelitian dilaksanakan dikelas XI salah satu sekolah menengah atas di kota Bandung pada semester genap tahun ajaran 2017/2018, variabel terikat dalam penelitian ini adalah kemampuan pembuktian matematis, serta materi pelajaran yang menjadi materi pokok dalam penelitian ini adalah anti-turunan (*integral*).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pendekatan penelitian yang peneliti gunakan adalah pendekatan kuantitatif. Pendekatan kuantitatif digunakan karena adanya pengukuran disertai analisis secara statistik yang digunakan untuk memperoleh data yang berupa angka melalui tes. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui peningkatan kompetensi pembuktian matematis peserta didik setelah dilakukan pembelajaran matematika menggunakan model pembelajaran PACE (*Project, Activity, Cooperative learning, Exercise*). Pendekatan kualitatif digunakan untuk analisis deskriptif dan penafsiran secara kategori yang berupa angket dan lembar observasi.

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah "*Nonequivalent Control Group Design*". Di dalam desain ini, penelitian menggunakan satu kelompok eksperimen dengan kelompok pembanding dengan diawali dengan sebuah tes awal (*pretest*) yang diberikan kepada kedua kelompok, kemudian diberi perlakuan (*treatment*). Penelitian kemudian diakhiri dengan sebuah tes akhir (*posttest*) yang diberikan kepada kedua kelompok. Menurut Lestari & Yudhanegara (2017:138), *Nonequivalent Pretest-Posttest Control Group Design* sebagai berikut:

Diilustrasikan sebagai berikut :



Keterangan:

X : Pembelajaran dengan Model PACE

O : tes awal (*pretest*) / tes akhir (*posttest*) kelas eksperimen dan kontrol

--- : pengambilan sampel tidak dipilih secara acak.

Penelitian ini melibatkan peserta didik yang bersekolah di salah satu SMA Negeri di Kota Bandung. Di dalam penelitian ini yang menjadi populasi adalah seluruh Peserta didik SMA kelas XI di salah satu Sekolah Menengah Atas kota Bandung tahun ajaran 2017/2018. Sampel dalam penelitian ini adalah Peserta didik kelas XI MIPA 1 sebagai kelas eksperimen yang mendapatkan pembelajaran matematika dengan menggunakan model *PACE* (*Project, Activity, Cooperative learning, Exercise*) dan peserta didik kelas XI MIPA 2 yang diberikan pembelajaran dengan model *PBL* (*Problem Based Learning*). Adapun teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan tes kemampuan pembuktian matematis, angket respons peserta didik, dan lembar observasi pendidik.

Dalam pengolahan data, data kualitatif diolah dengan mencari rerata persentasenya kemudian dideskripsikan dan dinarasikan. Sedangkan data kuantitatif diolah dengan melihat hasil *prestes* dan *posttest* kelas eksperimen dan kontrol pada tes kemampuan pembuktian matematis peserta didik.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian, dalam bagian ini akan dibahas mengenai hasil analisis penelitian yang telah dilaksanakan terkait dengan rumusan masalah. Data-data yang diperoleh dari hasil tes (*pretest* dan *posttest*), angket respons peserta didik serta lembar observasi aktivitas pendidik. Didapat setelah melakukan penelitian di kelas eksperimen dan kontrol dalam pokok bahasan mengenai anti-turunan (*integral*), kemudian dari data-data tersebut dilakukan pengolahan dan analisis data, sehingga diperoleh suatu kesimpulan. Berikut ini hasil penelitian dan pembahasan dari setiap instrumen penelitian :

Tes Kemampuan Pembuktian Matematis

Hasil tes kemampuan pembuktian matematis peserta didik disajikan dalam hasil tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*). Terdapat 6 butir soal tes kemampuan pembuktian matematis yang sebelumnya telah diujicobakan kepada peserta didik kelas XII. Diantaranya hasil uji validitas tiap butir soal dengan interpretasi relatif baik, hasil uji reliabilitas dengan interpretasi sangat baik, indeks kesukaran dengan interprestasi cukup, dan daya pembeda dengan interpretasi relatif sedang. Masing-masing hasil tes tersebut dianalisis untuk melihat perbedaan kemampuan pembuktian matematis peserta didik kedua kelas. Deskripsi skor *pretest* dan *posttest* peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol yang menyajikan rata-rata hasil *pretest*, dan *posttest* ditunjukan pada tabel dibawah ini :

Tabel 1: Nilai Rata-Rata Hasil *Pretest* dan *Posttest*

	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
N	38	38	38	38
Rata - Rata	18,92	88,11	19,55	84,08
Skor Maksimum	100			

Dari hasil tes yang diperoleh, kemudian dilakukan analisis terhadap data tersebut. Pertama, melakukan analisis terhadap hasil *pretest* untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol. Terdapat beberapa langkah dalam menganalisis data hasil *pretest* maupun *posttest*

Berdasarkan pada hasil analisis data *Pretest*, disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata kemampuan awal pembuktian matematis antara peserta didik kelas eksperimen dengan peserta didik kelas kontrol. Mengacu pada hipotesis yang digunakan serta hasil analisis data *pretest*. Untuk melihat mana yang lebih baik kemampuan pembuktian matematis peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Maka, dilakukan analisis selanjutnya yakni analisis data *posttest*.

Adapun pada hasil analisis data *Posttest*, serta rumusan hipotesis dalam menunjukan mana yang lebih baik kemampuan pembuktian matematis peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, disimpulkan bahwa kemampuan pembuktian matematis peserta didik kelas eksperimen lebih baik dari pada kelas kontrol.

Berdasarkan dari banyaknya butir soal tentang tes kemampuan pembuktian matematis kelas eksperimen dan kelas kontrol terdapat perbedaan. Hasil *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol akan menunjukan kemampuan pembuktian matematis peserta didik setiap kelasnya. Butir soal tes kemampuan pembuktian matematis disesuaikan dengan indikatornya. Terdapat 6 indikator yang digunakan untuk mengetahui kemampuan pembuktian matematis. Berikut akan disajikan hasil analisis data *posttest* kemampuan pembuktian matematis peserta didik berdasarkan indikator

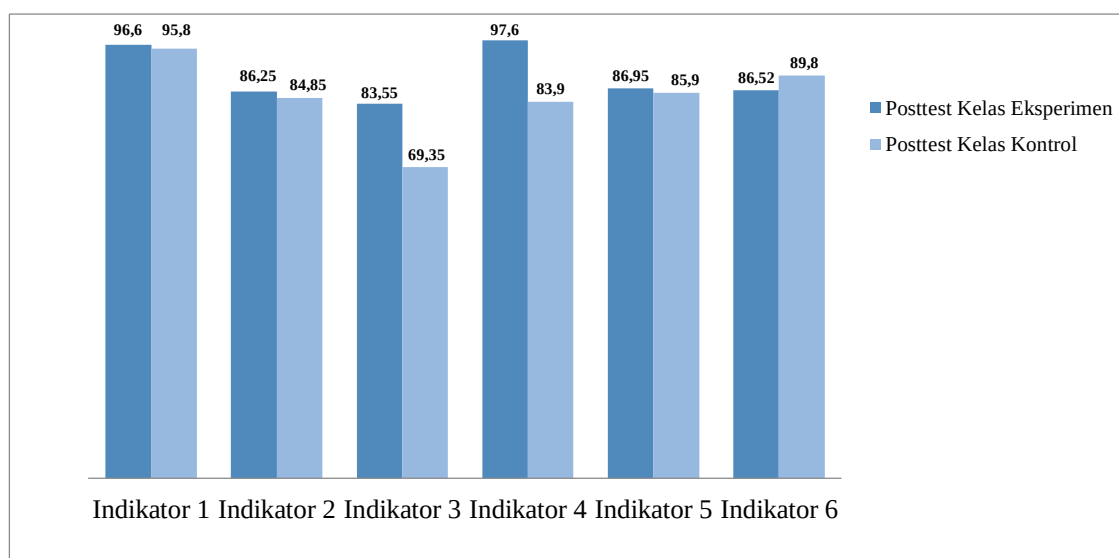


Diagram 1 : Hasil *Posttest* Kemampuan Pembuktian Matematis Peserta Didik Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Keterangan diagram:

1. Merumuskan dan menvalidasi generalisasi
2. Mengembangkan suatu argumen matematis untuk membuktikan atau menyangkal suatu pernyataan.
3. Menyajikan bukti kebenaran suatu pernyataan secara matematis.
4. Membaca dan memahami pembuktian matematis
5. Mengkritik pembuktian dengan menambah, mengurangi, atau menyusun kembali suatu pembuktian matematis.
6. Melakukan pembuktian secara langsung, tidak langsung, atau dengan induksi matematis.

Berdasarkan diagram tersebut nampak bahwa indikator ketiga dan keempat memiliki perbedaan nilai peningkatan yang sangat berbeda antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pada

kelas eksperimen nilai *posttest* indikator keempat merupakan nilai tertinggi, sedangkan nilai *posttest* indikator ketiga merupakan nilai terendah. Adapun hasil analisis terhadap nilai *posttest* peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol berdasarkan indikator kemampuan pembuktian matematis akan diuraikan di bawah ini.

a. Merumuskan dan menvalidasi generalisasi

Indikator pertama yang terdapat dalam soal tes kemampuan pembuktian matematis ialah merumuskan dan menvalidasi generalisasi. Dari hasil pengolahan data penelitian, indikator pertama pada pembuktian matematis terdapat pada soal tes nomor 1 menunjukkan nilai *posttest* kelas eksperimen lebih tinggi dari kelas kontrol. Kondisi tersebut dikarenakan pada kelas eksperimen dengan pembelajaran model PACE sudah terbiasa mengerjakan latihan pada fase *exersise*, dengan bantuan pola dalam menentukan anti-turunan suatu fungsi. Sehingga peserta didik mampu menentukan suatu pola umum dalam menentukan anti-turunan.

b. Mengembangkan suatu argumen matematis untuk membuktikan atau menyangkal suatu pernyataan.

Berikutnya, indikator kedua tentang kemampuan mengembangkan suatu argumen matematis untuk membuktikan atau menyangkal suatu pernyataan. Pada indikator ini, peserta didik dituntut untuk dapat membuktikan suatu pernyataan (selesaian) dengan cara mengembangkan suatu argumen mengenai konsep yang dimiliki tentang anti-turunan. Berdasarkan hasil pengolahan data penelitian yang diuraikan sebelumnya, pada indikator ini menunjukkan bahwa hasil *posttest* kelas eksperimen lebih tinggi dari pada kelas kontrol. Hal ini dikarenakan peserta didik kelas kontrol belum mampu dalam menyertakan suatu argumen dalam membuktikan suatu selesaian, hal tersebut berkaitan dengan pemahaman konsep dasar yang dimiliki peserta didik. Berbeda dengan kelas eksperimen yang lebih terampil dalam mengembangkan suatu argumen dalam membuktikan suatu selesaian. Dalam indikator ini, pemahaman konsep dasar yang kuat merupakan hal penting dalam menyelesaikan suatu pembuktian. Berdasarkan pada sintak model PACE dalam Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) di kelas eksperimen, peserta didik dituntut untuk menyelesaikan suatu proyek dalam membuktikan suatu selesaian sesuai dengan fase *project* dan *exersise*. Sehingga, peserta didik pada kelas kontrol terbiasa dalam mengembangkan argumen dalam menyangkal suatu pembuktian yang keliru.

c. Menyajikan bukti kebenaran suatu pernyataan secara matematis.

Indikator ketiga ialah kemampuan menyajikan bukti kebenaran suatu pernyataan secara matematis. Pada indikator ini, peserta didik dituntut untuk menyajikan suatu pembuktian dengan pemahaman konsep yang dimiliki peserta didik. Kreativitas peserta didik dalam menentukan langkah awal pembuktian suatu pernyataan merupakan hal penting dalam indikator ini. Berdasarkan hasil pengolahan data penelitian yang diuraikan, pada indikator ketiga menunjukkan perbedaan paling tinggi hasil *posttest* peserta didik kelas eksperimen terhadap kelas kontrol. Hal ini karena, dalam proses pembelajaran pada kelas eksperimen menuntut peserta didik untuk saling bertukar pendapat mengenai suatu langkah awal pembuktian serta kemahiran menggunakan petunjuk dalam soal. Sesuai dengan sintak model PACE dalam *fase project* dan *coopertive learning* pada LKPD. Sehingga, setiap peserta didik paham mengenai suatu konsep dalam menyajikan suatu pembuktian.

d. Membaca dan memahami pembuktian matematis

Indikator keempat ialah membaca dan memahami pembuktian matematis. Peserta didik dituntut untuk menguraikan suatu pernyataan dengan benar, kemudian menganalisis setiap langkah-langkah penyelesaian yang dilakukan. Dari hasil pengolahan data penelitian yang diuraikan, pada indikator kemampuan pembuktian matematis menunjukkan bahwa hasil *posttest* kelas eksperimen lebih tinggi dari kelas kontrol. Hal ini dikarenakan peserta didik pada kelas eksperimen dituntut untuk dapat menganalisis setiap penyelesaian yang telah

dilakukan, sesuai dengan sintak PACE pada fase *exercise*, berbeda dengan kelas kontrol dalam menjawab setiap soal yang berfokus pada hasil jawaban akhir.

e. Mengkritik pembuktian dengan menambah, mengurangi, atau menyusun kembali suatu pembuktian matematis.

Pada indikator ini peserta didik memeriksa suatu pernyataan atau selesain, kemudian peserta didik menambahkan atau mengurangi suatu langkah penyelesaian atau bahkan menyusun kembali selesain yang dianggap keliru. Berdasarkan hasil pengolahan data penelitian yang diuraikan, menunjukkan bahwa hasil *posttest* kelas eksperimen lebih tinggi dari kelas kontrol. Hal ini disebabkan, pada pembelajaran kelas eksperimen menuntut peserta didik untuk menyelesaikan suatu proyek dengan berdiskusi kelompok. Dalam pembelajaran, peserta didik saling bertukar argumen, menambahkan, ataupun mengurangi suatu pembuktian yang belum tentu nilai kebenarannya. Peserta didik diarahkan untuk mencari nilai kebenaran proyek pembuktian. Sesuai dengan sintak model PACE dalam fase *project* dan *cooperative learning* yang terdapat pada LKPD. Berbeda dengan kelas kontrol dengan pembelajaran yang berbasis masalah.

f. Melakukan pembuktian secara langsung, tidak langsung, atau dengan induksi matematis.

Pada indikator ini tentang melakukan pembuktian secara langsung, tidak langsung, atau dengan induksi matematis. Indikator ini menekankan kemampuan membuktikan secara langsung dalam menyelesaikan suatu persoalan, terutama dalam mengembangkan suatu konsep awal. Peserta didik dituntut untuk menerapkan konsep awal dalam menyelesaikan suatu persoalan, hal tersebut sangat perlu dalam memahami konsep yang akan dipelajari terutama pada materi pembelajaran yang saling berkaitan.

Berdasarkan hasil pengolahan data penelitian yang diuraikan, pada indikator ini hasil *posttest* kelas eksperimen lebih rendah dari kelas kontrol. Pembelajaran dengan pencapaian indikator ini dilakukan pada awal pertemuan. Dengan tujuan mengetahui konsep awal *integral* yang dimiliki peserta didik. Namun pembelajaran pada saat materi konsep awal *integral* di kelas eksperimen, para peserta didik kurang kondusif dalam mengikuti pembelajaran. Terutama dalam fase *cooperative*, proses diskusi tidak berjalan kondusif, peserta didik tidak fokus dengan materi yang didiskusikan. Dikarenakan setelah pelajaran matematika berakhir merupakan jam istirahat pertama. Sehingga, konsep awal tentang *integral* tidak tersampaikan secara maksimal. Berbeda dengan kelas kontrol, materi mengenai konsep awal *integral* dapat tersampaikan secara optimal. Hal tersebut berdampak pada hasil *posttest*, peserta didik kelas eksperimen kesulitan dalam menyelesaikan soal mengenai indikator ini. Sehingga, dalam hasil *posttest* peserta didik kelas eksperimen lebih rendah dari kelas kontrol.

Hasil Angket Respons Peserta Didik

Pada penggunaan angket dalam penelitian adalah untuk mengetahui respons peserta didik terhadap pembelajaran yang dilakukan. Angket diberikan hanya pada kelas eksperimen (kelas yang diberikan pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran PACE). Hasil analisis angket, menunjukkan respons peserta didik terhadap pembelajaran matematika adalah positif dengan rerata skor 3,65, respons peserta didik terhadap pembelajaran matematika dengan menggunakan model pembelajaran PACE adalah positif dengan rerata skor 3,98, serta respons peserta didik terhadap kemampuan pembuktian matematis peserta didik adalah positif dengan rerata 3,62. Dengan demikian, secara keseluruhan respons peserta didik terhadap angket yang telah diberikan adalah positif dengan rerata 3,75. Untuk lebih jelasnya, hal ini dapat dilihat dari indikator-indikator respons peserta didik.

4. SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil dan pembahasan penelitian yang dibahas dalam bab IV, maka dapat disimpulkan beberapa hal mengenai penelitian ini. Diantaranya sebagai berikut:

1. Kemampuan pembuktian matematis peserta didik dengan menggunakan model pembelajaran *PACE* (*Project, Activity, Cooperative learning, Exercise*) lebih baik dari pada peserta didik dengan menggunakan model pembelajaran *PBL* (*Problem Based Learning*).
2. Peserta didik memberikan respons positif terhadap model pembelajaran *PACE* (*Project, Activity, Cooperative learning, Exercise*).

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lestari, K.E. dan Yudhanegara, M.R. (2017). *Penelitian pendidikan matematika*. Bandung: PT Refika Aditama.
- [2] Suryadi, D. (2007). *Model Bahan Ajar Dan Kerangka-Kerja Pedagogis Matematika untuk Menumbuhkembangkan Kemampuan Berpikir Matematik Tingkat Tinggi*. Laporan Penelitian: Tersedia di: <http://didi-suryadi.staf.upi.edu/artikel/>. Html [16 Maret 2012]
- [3] Suryana, A. (2013). “*Penerapan Model Pembelajaran PACE Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis*.” In Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika, edited by Budiyono, Mardiyana, Imam Sujadi, Budi Usodo, Ponco Sudjarmiko, and Dwi Maryono, 1:25–102. Surakarta: Universitas Sebelas Maret. ———. 2013b.
- [4] Suryana, A.(2008) “*Penerapan Model Pembelajaran Pace Dalam Meningkatkan Kemampuan Membuktikan Matematis*.” In Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika, 978–79. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.