

Implementasi Pembelajaran Matematika Model PACE Untuk Meningkatkan Kemampuan Pembuktian Matematis Pada Mata Kuliah Aljabar Abstrak Mahasiswa S1 Pendidikan Matematika FKIP Universitas Bengkulu.

Novia Ayu Lestari

Pascasarjana Pendidikan Matematika FKIP Universitas Bengkulu

noviaayulestari28@gmail.com

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk meningkatkan kemampuan pembuktian matematis mata kuliah aljabar abstrak mahasiswa S1 pendidikan matematika FKIP Universitas Bengkulu dengan penerapan pembelajaran matematika model pembelajaran PACE (*Project, Activity, Cooperative and Exercise*). Metodologi yang digunakan adalah metode penelitian tindakan kelas. Adanya aktivitas yang baik pada saat pembelajaran, dimana mahasiswa memperhatikan guru menjelaskan materi, bertanya, dan selanjutnya mengerjakan lembar kerja yang telah disediakan, berdiskusi, dan mempersentasikan hasil diskusi kelompoknya. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh praktikan dengan menerapkan model pembelajaran PACE di kelas, maka dapat disimpulkan bahwa Penerapan model pembelajaran PACE dapat meningkatkan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa FKIP Matematika Universitas Bengkulu dengan penerapan model pembelajaran PACE hasil tes kemampuan pembuktian matematis mahasiswa memperoleh peningkatan nilai rata-rata kelas dari siklus I ke siklus II sebesar 8,69 % ke 78,26 % secara klasikal.

Kata Kunci: Model Pembelajaran PACE, Pembuktian Matematis, Aljabar Abstrak

PENDAHULUAN

Mata kuliah aljabar abstrak merupakan salah satu mata kuliah dalam kurikulum program studi matematika dan pendidikan matematika di semua perguruan tinggi, salah satunya adalah Universitas Bengkulu. Mata kuliah aljabar abstrak berdasarkan kurikulum pendidikan matematika dan ilmu pengetahuan alam, untuk program S1 adalah: (1) Tinjauan ulang tentang operasi dan himpunan, pemetaan dan relasi ekuivalen, (2) Grup meliputi: sifat-sifat dan contoh grup, order grup, sifat-sifat dan contoh grup siklis, sifat-sifat dan contoh subgrup, subgroup normal, homomorfisma grup, peta dan kernel, (3) Ring meliputi: sifat-sifat dan contoh ring, sifat-sifat dan contoh subring, homomorfisma ring, daerah integral, field dan ideal, dan (4) Ring polinom atas field bilangan real.

Menurut Moore (1994) telah melakukan identifikasi terhadap kelemahan dan kesulitan mahasiswa dalam pembuktian matematika, yang dikelompokkan ke dalam tujuh jenis kesulitan, sebagai berikut:

1. Mahasiswa tidak dapat menyatakan definisi dengan bahasanya sendiri.
2. Intuisi pemahaman terhadap suatu konsep yang dimiliki mahasiswa sedikit.
3. Gambaran konsep (concept images) untuk mengerjakan pembuktian tidak cukup.
4. Mahasiswa tidak dapat dan tidak berkeinginan membuat contoh sendiri
5. Mahasiswa tidak mengetahui bagaimana menggunakan definisi untuk memperoleh struktur pembuktian yang menyeluruh.
6. Mahasiswa tidak dapat memahami dan menggunakan bahasa dan notasi matematik.
7. Mahasiswa tidak mengetahui bagaimana memulai pembuktian

Menurut Arnawa (2006) dari sisi mahasiswa, kesulitan Aljabar Abstrak misalnya disebabkan oleh: (1) konsep-konsep dalam Aljabar Abstrak sangat abstrak, (2) banyak contoh-contoh yang berkenaan dengan konsep, tidak dikenali dengan baik oleh mahasiswa, (3) banyak mahasiswa yang belum terbiasa dengan

pembuktian deduktif. Hal seperti ini ternyata tidak hanya terjadi di Indonesia, tetapi juga di negara-negara maju seperti yang dinyatakan oleh Leron & Dubinsky (1995) dan Lajoie (Carlson, 2003). Semua ini berujung pada rendahnya kualitas pemahaman mahasiswa dalam aljabar abstrak. Padahal bukti/pembuktian memainkan peranan penting dalam Aljabar Abstrak (Findel, 2001), banyak manfaat yang dapat diperoleh dari pengalaman membuktikan ini, salah satunya adalah melatih *logically thinking* dalam belajar matematika.

Bukti/pembuktian merupakan karakteristik utama dari kegiatan bermatematika dan menjadi komponen kunci dalam pembelajaran matematika (Arnawa, 2006). Di Amerika Serikat, *National Council of Teacher of Mathematics* (2000) telah menetapkan agar bukti/pembuktian dimasukkan dalam kurikulum matematika. Di Indonesia, siswa juga dikehendaki agar mempunyai kemampuan dalam membuat bukti/pembuktian (Hanna & Jahnke, 1996) Arnawa (2006) menyatakan bahwa masih sedikit sekali siswa yang

menyadari pentingnya suatu pembuktian. Penelitian yang berkenaan dengan pembuktian matematika di perguruan tinggi, khususnya pembuktian dalam teori grup (aljabar abstrak), misalnya telah dilakukan oleh Hart (1994), Moore (Findell, 2001), dan Asikin (2002). Mereka menyimpulkan bahwa sebagian besar mahasiswa masih kesulitan dalam membuat pembuktian. Menurut Reid (Sabri, 2004), Bukti/pembuktian membuat matematika unik dan berbeda dari disiplin ilmu lainnya. Melalui tugas pembuktian, dosen dapat melihat: (1) bagaimana kemampuan mahasiswa dalam berargumentasi secara logis, (2) bagaimana mahasiswa menggunakan contoh dan lawan contoh untuk mendukung argumentasinya, (3) kelemahan-kelemahan apa saja yang dialami mahasiswa dalam bernalar, dan (4) miskonsepsi apa yang sering dialami mahasiswa. Sementara Epp (Sabri, 2003) menyatakan bahwa salah satu pendekatan yang paling baik untuk mengembangkan kemampuan berpikir abstrak siswa/mahasiswa adalah melalui keterlibatan yang bermakna

dalam mengkonstruksi dan menyelesaikan pembuktian-pembuktian matematika. Untuk dapat menyelesaikan masalah pembuktian, diperlukan pula pemelajaran melalui perkuliahan aljabar abstrak, mahasiswa dapat mencari hal-hal yang umum dari berbagai sistem matematika yang sudah mereka kenal sebelumnya, dan mahasiswa mempunyai kesempatan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep-konsep seperti identitas dan invers. Dalam aljabar abstrak, mahasiswa juga dapat belajar tentang pentingnya peran timbal balik antara konsep matematika dan bahasa, yaitu (1) pentingnya bahasa yang teliti dalam matematika dan (2) pentingnya matematika dalam mendukung bahasa yang teliti (Arnawa, 2006:2).

Asumsi-asumsi diatas dapat disimpulkan bahwa banyak mahasiswa yang kesulitan dalam melakukan pembuktian matematika pada mata kuliah aljabar abstrak dikarenakan konsep-konsep dari aljabar abstrak sangat abstrak dimana terdiri lambang-lambang yang belum dipahami

dan mahasiswa maknanya dan juga sulit direpresentasikan melalui operasi aljabar biasa.

Adapun tujuan PIPM dalam penelitian ini adalah untuk Meningkatkan Kemampuan Pembuktian Matematis Mata Kuliah Aljabar Abstrak Mahasiswa S1 Pendidikan Matematika FKIP Universitas Bengkulu dengan penerapan pembelajaran matematika model PACE. Secara garis besar hipotesis tindakan merupakan alternatif yang dipandang paling tepat untuk dilakukan dalam rangka memecahkan masalah yang diteliti. Hipotesis tindakan dalam penelitian ini adalah dengan menerapkan Pembelajaran Matematika Model PACE dapat meningkatkan kemampuan pembuktian matematis pada mata kuliah Aljabar Abstrak Mahasiswa S1 Pendidikan Matematika FKIP Universitas Bengkulu.

Menurut kamus *Collins Cobuild*, "Proof is evidence or fact that show that it is true or that it exists". Sementara membuktikan (*to prove*) bahwa sesuatu itu benar berarti menunjukkan dengan pasti bahwa itu

betul atau benar, sebagaimana dinyatakan dalam kamus yang sama, “*To prove that something is true or correct means to show definitely that it is true or correct*”.

Dalam konteks matematika, beberapa matematikawan mendefinisikan bukti secara berbeda. Wilder (1944:319) mengemukakan, “... *proof in mathematics is nothing but a testing of the products or our intuition*”.

Tall (1989:8) menyatakan, “*Proof means being precise about arguments and getting things right*”. Dari Wilder dan Tall tersebut, didapatkan tiga hal berkaitan dengan bukti dalam matematik, yaitu mengenai ketepatan argumen (*precise arguments*), mendapatkan sesuatu secara benar (*getting things right*), dan menguji hasil atau intuisi (*testing of the products or our intuition*).

Menurut Troelstra dan van Dalen (Artemov, 2001:1) mempunyai pendapat lain mengenai bukti dalam matematika, bahwa suatu pernyataan dikatakan benar bila kita mempunyai bukti terhadap pernyataan tersebut, dan

pernyataan itu salah bila kita dapat menunjukkan bahwa asumsi adanya bukti dari pernyataan tersebut mengarah kepada suatu kontradiksi.

Menurut Hanna dan barbeau (dalam VanSpronsen, 2008) menyatakan bahwa bukti adalah langkah-langkah yang bersifat logis dari apa yang diketahui untuk mencapai suatu kesimpulan dengan menggunakan aturan inferensia yang dapat diterima. Pembuktian memainkan peranan penting dalam matematika. Secara tradisional, peran bukti adalah untuk memverifikasi kebenaran pernyataan matematika. Bukti ini digunakan untuk menghilangkan ketidakpastian tentang proposisi matematika dan meyakinkan suatu pernyataan.

Sedangkan menurut Griffiths (dalam Weber, 2003) menyatakan bahwa bukti matematik adalah suatu cara berpikir formal dan logis yang dimulai dengan aksioma dan bergerak maju melalui langkah-langkah logis sampai pada suatu kesimpulan.

Menurut Sumarmo (2011), terdapat dua kemampuan dalam pembuktian matematis, yaitu:

1. Kemampuan membaca bukti.

Kemampuan membaca bukti adalah kemampuan menemukan kebenaran dan/atau kesalahan dari suatu pembuktian serta kemampuan memberikan alasan setiap langkah pembuktian.

2. Kemampuan mengkonstruksi bukti.

Kemampuan mengkonstruksi bukti adalah kemampuan menyusun suatu bukti pernyataan matematik berdasarkan definisi, prinsip, dan teorema serta menuliskannya dalam bentuk pembuktian lengkap (pembuktian langsung atau tak langsung).

Dalam mengkontruksi bukti matematis, mahasiswa harus memiliki kemampuan-kemampuan dalam proses pembuktian matematika. Adapun kemampuan tersebut meliputi:

- a. Mengidentifikasi premis beserta implikasinya dan kondisi yang mendukung;
- b. Mengorganisasikan dan memanipulasi fakta untuk

menunjukkan kebenaran suatu pernyataan;

- c. Membuat koneksi antara fakta dengan unsur dari konklusi yang hendak dibuktikan.

Berdasarkan asumsi-asumsi di atas bahwa kemampuan pembuktian matematis adalah kemampuan memahami pernyataan atau simbol metematika serta menyusun bukti kebenaran suatu pernyataan secara matematis berdasarkan definisi, prinsip, dan teorema.

Adapun Indikator kemampuan pembuktian matematis yang diukur dalam penelitian ini yaitu;

1. Kemampuan membaca bukti, yaitu kemampuan mengidentifikasi apa yang diketahui (fakta/premis) dan apa yang harus ditunjukkan (konklusi);
2. Kemampuan menggunakan metode-metode pembuktian (bukti langsung, bukti tidak langsung dll);
3. Kemampuan mengorganisasikan dan memanipulasi fakta-fakta yang diketahui atau yang telah terbukti kebenarannya (definisi, lemma dan teorema);

4. Kemampuan membuat koneksi antara fakta yang diberikan/diketahui dengan unsur-unsur dari konklusi yang hendak dibuktikan;
5. Kemampuan menyusun/menuliskan bukti menurut alur/ sistematis yang hierarkis, logis dan sistematis.
6. Kemampuan dalam melengkapi alasan dari setiap langkah yang diambil atau dipilih

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). Lembar diskusi ini digunakan untuk mentransformasikan pengetahuan yang dipelajari pada Lembar aktivitas. Melalui Lembar diskusi 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.

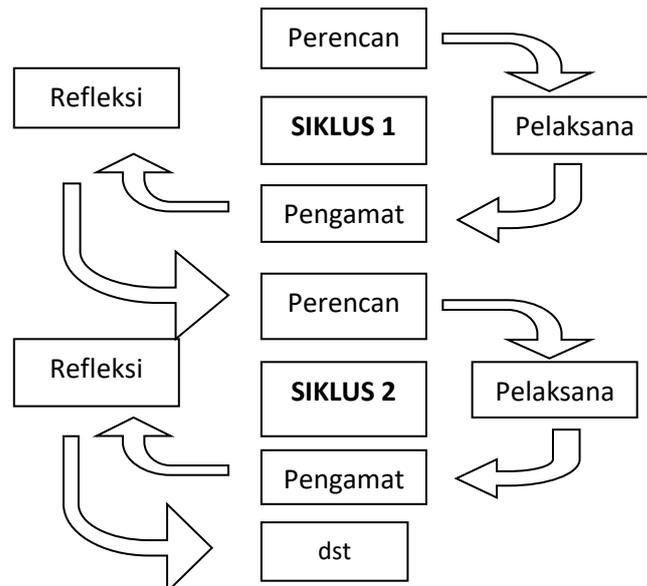
Di Indonesia, Model *PACE* diteliti pertama kali oleh Dadan Dasari pada tahun 2009 dalam meraih gelar doctoral pendidikan matematika. Ia mencoba menerapkan Model *PACE* untuk meningkatkan kemampuan penalaran statistis mahasiswa pada Mata Kuliah Statistika Dasar di Bandung. Proses pembelajarannya dibantu 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.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian tindakan kelas, terlebih dahulu harus membuat rancangan (desain) penelitian. Pada penelitian tindakan kelas, perbaikan-perbaikan dilakukan secara bertahap dan terus menerus selama penelitian

dilakukan hingga di dapat hasil terbaik yang diinginkan. Oleh karena itu, dalam penelitian tindakan kelas menggunakan siklus dalam pelaksanaan penelitian. Alur pelaksanaan penelitian tindakan kelas yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 1 Desain Penelitian Tindakan Kelas menurut

Penelitian ini direncanakan dalam n siklus. Jika ada peningkatan pemahaman konsep dan mahamasiswa sesuai dengan yang diharapkan maka penelitian akan dihentikan. Tiap siklus dilaksanakan sesuai dengan perubahan yang ingin dicapai, seperti apa yang telah didesain

dalam faktor yang diteliti. Proses yang dilakukan sebagai berikut:

Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini pada setiap siklus adalah:

1. Tahap perencanaan

Pada tahap ini dilakukan persiapan awal untuk melaksanakan proses pembelajaran, meliputi:

- a. Membuat Silabus Pembelajaran Latihan) dan LA (Lembar
- b. Membuat Satuan Acara (Lembar Aktivitas)
- c. Menyusun Rencana Pelaksanaan Perkuliahan
- d. Membuat LKM (Lembar Kegiatan Mahasiswa) Berupa LA (Lembar Aktivitas), LD (Lembar Diskusi) dan LL (Lembar Latihan)
- e. Kemudian dosen meminta mahasiswa untuk menyajikan soal dan penyelesaiannya di depan kelas dengan bimbingan dosen. Dalam hal ini, Dosen dapat menentukan siswa secara selektif untuk mengerjakan soal dari temannya.
- f. Dosen memberikan LD (Lembar Diskusi) dan mahasiswa berkelompok untuk berdiskusi dan hasil dari diskusi akan di persentasikan di depan kelas dari perwakilan masing-masing kelompok.

2. Tahap tindakan

Tahap-tahap pembelajaran yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari langkah-langkah pembelajaran PACE antara lain, yaitu:

- a. Dosen menjelaskan materi dan langkah-langkah pembelajaran kepada mahasiswa.
- b. Dosen memberikan LL (Lembar Latihan) dan LA (Lembar Aktivitas) untuk dikerjakan dirumah.
- c. Pertemuan berikutnya Mahasiswa diminta untuk mengumpulkan LL (Lembar Latihan) dan LA (Lembar Aktivitas).
- d. Dosen bersama mahasiswa membahas hasil dari LL (Lembar
- e. Kemudian dosen meminta mahasiswa untuk menyajikan soal dan penyelesaiannya di depan kelas dengan bimbingan dosen. Dalam hal ini, Dosen dapat menentukan siswa secara selektif untuk mengerjakan soal dari temannya.
- f. Dosen memberikan LD (Lembar Diskusi) dan mahasiswa berkelompok untuk berdiskusi dan hasil dari diskusi akan di persentasikan di depan kelas dari perwakilan masing-masing kelompok.
- g. Dosen memberikan Post Test
- h. Dosen memberikan LL (Lembar Latihan) dan LA (Lembar Aktivitas) berikutnya.

3. Tahap pengamatan

Tahap pengamatan dilaksanakan pada saat proses belajar mengajar sedang berlangsung. Pada tahap ini pengamatan dilakukan oleh peneliti yang berperan sebagai dosen dan pengamatan oleh dua orang observer yang akan mengamati

aktivitas mahasiswa menggunakan lembar observasi aktivitas mahasiswa dan merangkumnya dalam catatan lapangan.

4. Tahap Refleksi

Pada tahap refleksi dilakukan suatu analisis yang tujuannya untuk mengetahui kelemahan atau kekurangan yang terjadi selama proses pembelajaran yang telah dilakukan dan mengidentifikasi hal-hal yang sudah dicapai dan yang belum dicapai oleh mahasiswa yang nantinya akan digunakan sebagai acuan untuk melakukan perbaikan pada siklus selanjutnya.

Tindakan ini akan berlangsung secara berulang-ulang pada siklus berikutnya dengan berbagai perbaikan apabila diperlukan. Kemudian data yang diperoleh setiap siklus dianalisis dengan teknik analisa data yang telah disiapkan.

PEMBAHASAN

Dari tabel rekapitulasi Tabel 4.7 dan gambar 4.1 rekapitulasi rata-rata

hasil tes akhir kemampuan pembuktian matematis mahasiswa setelah diterapkan model pembelajaran PACE diperoleh rata-rata nilai pada siklus I sebesar 63,2 dan siklus II sebesar 80,9. Dari tabel 4.7 dan gambar 4.2 rekapitulasi persentase hasil tes kemampuan pembuktian matematis mahasiswa menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan pada siklus I dan siklus II. Dimana tingkat ketuntasan klasikal siklus I yakni 8,69 % (rendah) atau ada 2 mahasiswa dari 23 mahasiswa yang tuntas sedangkan tingkat ketuntasan klasikal siklus II yakni 78,26% (tinggi) atau ada 18 mahasiswa dari 23. Berdasarkan persentase tersebut tersebut maka dapat dilihat perbandingan rata-rata ketuntasan belajar klasikal kemampuan pembuktian matematis mahasiswa pada tabel 4.9 mengalami peningkatan sebesar 69,57 % dari siklus I ke siklus II mengalami peningkatan yang signifikan.

Kemudian dari tabel 4.8 hasil tes kemampuan pembuktian matematis mahasiswa juga menunjukkan peningkatan dari siklus I hingga siklus

II bahwa pada siklus I nilai tertinggi sebesar 80 menjadi 93. Hal ini, menunjukkan bahwa tingkat ketuntasan belajar klasikal mahasiswa telah mengindikasikan bahwa melalui penerapan model pembelajaran PACE dapat digunakan untuk mengupayakan meningkatkan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa.

Dari hasil penelitian diatas dapat diketahui bahwa pembelajaran dengan menggunakan model *PACE* (*Project, Activity, Cooperative and Exercise*) dapat meningkatkan kemampuan pembuktian matematis mahasiswa. Hal tersebut dikarenakan dalam pembelajaran yang mengakomodir berpikir kritis, mahasiswa dilatih untuk berpikir kreatif dalam usaha mencetuskan sebanyak mungkin gagasan terhadap suatu masalah. Selain itu mahasiswa dilatih untuk berpikir secara konvergen dengan menggunakan penalaran logis-kritis dalam mempertimbangkan atau merumuskan jawaban yang paling tepat. Sehingga dengan berkembangnya kemampuan pembuktian matematis

diharapkan dapat membangun pengetahuan matematis baru, memecahkan masalah baik yang terdapat dalam matematika, maupun konteks lain dengan menerapkan berbagai strategi yang cocok serta mampu merefleksi proses- proses yang telah dilakukan dalam memecahkan masalah (Fatimah, 2012), sehingga mampu mengkomunikasikannya dengan baik. Selain itu model pembelajaran *PACE* memungkinkan siswa dapat meningkatkan kemandirian dalam berpikir dan menganalisa masalah. Selain itu, ditahap selanjutnya guru mengkoreksi dengan seksama jawaban yang benar, untuk disempurnakan sesuai dengan konsep pemecahan masalah matematika. Dengan demikian, bimbingan belajar mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah pada pembelajaran matematika.

Dalam penelitian ini langkah-langkah model pembelajaran *PACE* diantaranya adalah Orientasi peserta didik kepada masalah, mengorganisasikan peserta didik,

membimbing penyelidikan individu dan kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Dari langkah-langkah tersebut secara tidak langsung model pembelajaran *PACE* membimbing mahasiswa untuk meningkatkan kemampuan Pembuktian matematis.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.



JURNAL EQUATION

Teori dan Penelitian Pendidikan Matematika

Volume 1 Nomor 1 Maret 2018 ISSN 2599-3291 (Cetak) ISSN 2614-3933 (Online)

Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian*

Kombinasi. Bandung: Alfabeta.

Suryadi, D. 2012. *Membangun Budaya*

Baru dalam Berpikir

Matematika. Bandung: Rizqi

Press.