



## Kemampuan Mengkonstruksi Bukti pada Materi Grup dalam Pembelajaran Berbasis APOS

Kristina Wijayanti, St. Budi Waluya, Kartono, Isnarto

FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Kota Semarang  
[wijyantikristina@gmail.com](mailto:wijyantikristina@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah kemampuan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti pada kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis APOS lebih baik daripada mahasiswa pada kelas yang menggunakan pembelajaran langsung dan adakah pengaruh kemampuan awal mahasiswa terhadap kemampuan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti pada kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis APOS. Populasi penelitian ini sebesar 157. Sampel diambil dengan teknik random sampling. Ukuran sampel 70 terbagi menjadi 2 kelas. Satu kelas dikenai pembelajaran berbasis APOS dan kelas yang lain dikenai pembelajaran langsung. Pembelajaran berbasis APOS dirancang berdasarkan dekomposisi genetik yang telah disusun. Desain penelitian ini adalah quasi eksperimen, *non-equivalent Control-Group design*. Data dikumpulkan dengan tes. Analisis data menggunakan uji-t dan regresi sederhana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa pada kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis APOS mempunyai kemampuan mengkonstruksi bukti yang lebih baik daripada mahasiswa pada kelas yang menggunakan pembelajaran langsung. Terdapat pengaruh kemampuan awal mahasiswa terhadap kemampuan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti pada kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis APOS sebesar 40,4%.

**Kata Kunci:** APOS , dekomposisi genetik, kemampuan mengkonstruksi bukti.

### PENDAHULUAN

Karakteristik yang paling menonjol dari teori grup digambarkan oleh Birkhoff dan Lane (1963:v) sebagai “*the most striking characteristic of modern algebra is the deduction of theoretical properties of such formal systems as groups, rings, fields, and vector spaces.*” Berdasarkan hal ini, dapat dikatakan topik-topik dalam teori grup sarat dengan definisi dan teorema. Oleh karena itu, mahasiswa dituntut untuk memahami setiap definisi dan teorema yang dipelajari dan mampu mengorganisasi konsep-konsep dalam pembuktian teorema. Berkaitan dengan bukti dalam matematika, Stout (2014), menyatakan bahwa “*A large portion of mathematics consists of proofs. A proof of a theorem is a finite sequence of claims, each claim being derived logically from the previous claims as well as theorems whose truth has been already established.*” Konstruksi bukti adalah tugas matematik dimana orang yang membuktikan diberi beberapa informasi awal (misalnya asumsi, aksioma, definisi) dan diminta untuk menerapkan aturan penarikan kesimpulan (yaitu mengingat fakta-fakta yang telah terbentuk sebelumnya, menerapkan teorema-teorema) hingga kesimpulan yang diinginkan terbukti. Menurut Selden (2003), kemampuan mengkonstruksi bukti meliputi kemampuan menggunakan metode-metode pembuktian, definisi, lema, dan teorema untuk menunjukkan kebenaran suatu pernyataan dalam Matematika.

Seseorang yang dapat menuliskan bukti yang valid menunjukkan bahwa orang tersebut mempunyai pemahaman yang menyeluruh terhadap masalah tersebut. Hanna dan Hersh menyatakan 3 peran utama dari bukti adalah untuk membuktikan, menjelaskan, dan meyakinkan (Lo dan Revan, 2014). Hal serupa juga dinyatakan oleh Anton dan Rorres (2015) serta Solow (2014). Kemampuan mengkonstruksi bukti diperingkat berdasarkan berbagai klasifikasi (Balacheff, 1988; Sowder dan Harel, 1998; Almeida, 2003; Weber, 2001; Isnarto, 2014). Salah satu diantaranya, mengungkap penjenjangan kemampuan konstruksi bukti ke dalam 3 level yaitu level tinggi, sedang, dan rendah berdasarkan 6 kategori yakni langkah awal, alur pembuktian, konsep terkait, argumen, ekspresi kunci, dan bahasa pembuktian (Isnarto, 2014).

Beberapa penelitian menemukan mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam mengkonstruksi, memahami, dan memvalidasi bukti (Martin dan Harel, 1989; Moore, 1994; Cotrill, et al., 1996; Epp, 2003; Wijayanti, 2016). Cotrill, et al. (1996) menemukan bahwa kesulitan siswa dapat dihubungkan dengan tidak cukupnya konsepsi dinamik yang berkembang baik, yang tampaknya perlu didasarkan pada Skema Proses yang dikoordinasi. Sejalan dengan hal tersebut, Lo dan Crory (2014) menyatakan bahwa komunitas pendidikan matematika di seluruh dunia menghadapi tantangan untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam membuktikan dan bernalar secara matematik di semua tingkat. Kesulitan tersebut perlu diminimalkan agar mahasiswa memiliki kemampuan penalaran dan pembuktian yang memadai sesuai dengan tujuan pembelajaran matematika yang dinyatakan oleh *National Council of Teacher Mathematics* (2000).

Hungerford (1984: ix) menyatakan prasyarat yang diperlukan mahasiswa dalam mempelajari materi grup hanyalah fakta dasar tentang himpunan, fungsi, bilangan bulat, dan bilangan real. Kemampuan dalam mengidentifikasi elemen pada himpunan, menggunakan bahasa dan notasi matematik, menggunakan definisi untuk membuktikan, dan kemampuan memulai bukti merupakan beberapa prasyarat yang menentukan kemampuan dalam pembuktian. Mengacu pada *prerequisite* yang dinyatakan oleh Hungerford, mahasiswa dapat dikelompokkan berdasarkan kemampuan awal dalam mengkonstruksi bukti pada materi himpunan dan fungsi.

Dubinsky (Arnon, et al., 2014) menyatakan bahwa ada lima jenis abstraksi reflektif atau mekanisme mental (interiorisasi, koordinasi, pembalikan, enkapsulasi, dan generalisasi) yang menuntun pada konstruksi struktur mental: Aksi, Proses, Objek, Skema (APOS). Kedalaman dan kompleksitas pemahaman individu pada suatu konsep bergantung pada kemampuannya untuk membangun koneksi diantara struktur mental yang mendukungnya.

Pada penelitian ini pengertian, indikator, dan contoh untuk Aksi, Proses, Objek dan Skema adalah sebagai berikut. Aksi yaitu transformasi dari objek (objek-objek) terdahulu yang diarahkan secara eksternal. Indikator Aksi adalah (1) menerapkan suatu aturan tertentu, (2) memerlukan ekspresi eksplisit, (3) melakukan perhitungan untuk hal khusus.

Sebagai contoh pada himpunan, mahasiswa melakukan Aksi ketika mahasiswa hanya dapat menerima himpunan jika diberikan daftar elemen-elemen tertentu atau jika diberikan syarat keanggotaan tertentu. Pada operasi biner, mahasiswa melakukan Aksi jika diberikan rumus operasi biner, mahasiswa dapat mengambil dua elemen tertentu dari himpunan dimana operasi biner didefinisikan dan menerapkan aturannya.

Proses adalah Aksi yang terjadi seluruhnya dalam pikiran. Indikator Proses pada penelitian ini adalah (1) melakukan langkah-langkah secara mental dalam pikiran

individu (interiorisasi), (2) mampu mentransformasi Proses melalui pembalikan, (3) mampu mengkoordinasikan Proses-Proses, (4) mampu menerapkan bahasa, simbol dan bayangan mental untuk mengkonstruksi Proses internal. Sebagai contoh, ketika individu mulai melihat suatu fungsi sebagai suatu tipe transformasi yang memasang elemen-elemen dari satu himpunan, disebut domain, dengan elemen tunggal dari himpunan kedua, disebut daerah hasil. Hal ini berarti individu telah mengkonstruksi struktur mental yang melakukan transformasi yang sama seperti Aksi, tetapi seluruhnya terjadi dalam pikiran individu.

Sebuah Proses menjadi sebuah Objek jika dipahami sebagai suatu entitas yang padanya dapat dilakukan aksi-aksi yang dibuat dalam pikiran individu. Indikator Objek pada penelitian ini adalah (1) dapat melakukan Aksi-Aksi dan Proses pada Objek, (2) dapat men-de-enskapsulasi Objek kembali menjadi Proses yang menghasilkan Objek tersebut. Sebagai contoh adalah mahasiswa yang mempunyai konsepsi Objek fungsi dapat melakukan Aksi mengkomposisikan dua fungsi.

Skema untuk konsep matematik adalah koleksi yang koheren dari struktur mental (Aksi, Proses, Objek, dan Skema lain) dan hubungan diantara struktur tersebut untuk membentuk kerangka kerja dalam pikiran individu yang mungkin dibawa pada situasi masalah yang terkait dengan konsep tersebut. Indikator Skema pada penelitian ini adalah (1) dapat membangun hubungan diantara struktur mental yang mendukung suatu konsep, (2) dapat mengenali hubungan diantara struktur mental yang ada, (3) dapat memastikan hubungan diantara struktur mental yang ada, (4) dapat membangun contoh dan bukan contoh.

Sebagai contoh adalah Skema fungsi dapat terdiri dari tipe-tipe berlainan dari fungsi seperti fungsi bernilai real, fungsi multivariabel, fungsi bernilai vektor, dan atau fungsi bernilai proposisi. Tipe-tipe fungsi yang berbeda telah dikonstruksi sebagai Proses atau Objek, bersama dengan operasi yang dapat dikenakan padanya.

Pembelajaran berbasis APOS diawali dengan penyusunan dekomposisi genetik yaitu model hipotetik yang menggambarkan struktur dan mekanisme mental yang diperlukan mahasiswa untuk mempelajari suatu konsep. Dekomposisi genetik materi grup yang digunakan dalam penelitian ini adalah penghalusan dari dekomposisi genetik pendahuluan materi grup pada Wijayanti (2017). Selanjutnya, pembelajaran disusun dalam tiga tahap yaitu tahap *Activities* (Pengerjaan Lembar Tugas Mahasiswa), *Classroom discussion* (Penyajian Materi), dan *Exercises* (Latihan soal). Pada tahap *Activities* mahasiswa mengerjakan Lembar Tugas Mahasiswa (LTM) yang dilaksanakan di luar kelas secara berkelompok. Tugas ini dirancang untuk membantu mahasiswa membuat konstruksi mental yang disarankan dalam dekomposisi genetik. Fokus tugas ini adalah untuk meningkatkan abstraksi reflektif (mekanisme mental). Pada tahap *Classroom discussion* dosen menyajikan materi yang dilaksanakan di kelas dan diawali dengan membahas hasil pengerjaan LTM. Tujuan yang akan dicapai melalui tahap ini adalah memberi kesempatan kepada mahasiswa untuk merefleksikan pekerjaan mereka pada LTM. Pada tahap *Exercises* mahasiswa mengerjakan soal latihan yang dilaksanakan di luar kelas untuk memperkuat hasil pada tahap *Activities* dan *Classroom Discussion*. Latihan ini membantu mendukung perkembangan yang berkelanjutan dari konstruksi mental yang disarankan dalam dekomposisi genetik. Latihan juga menuntun mahasiswa untuk menerapkan apa yang telah dipelajari dan memikirkan ide matematik yang terkait.

Pembelajaran langsung pada penelitian ini adalah pembelajaran yang menekankan pada aktivitas penjelasan materi oleh dosen, tanya jawab, dan penugasan latihan soal

beserta pembahasannya untuk pendalaman materi. Pada pembelajaran langsung dosen menyampaikan pengetahuan yang dalam hal ini dosen langsung menjelaskan ide-ide matematik.

Pada penelitian ini permasalahan yang diajukan adalah apakah kemampuan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti pada kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis APOS lebih baik daripada mahasiswa pada kelas yang menggunakan pembelajaran langsung dan adakah pengaruh kemampuan awal mahasiswa terhadap kemampuan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti pada kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis APOS. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran pembelajaran yang diperlukan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti.

## METODE

Populasi penelitian ini sebesar 157. Sampel diambil dengan teknik random sampling. Ukuran sampel 70 terbagi menjadi 2 kelas. Satu kelas dikenai pembelajaran berbasis APOS terdiri atas 36 mahasiswa dan kelas yang lain dikenai pembelajaran langsung terdiri atas 34 mahasiswa. Pembelajaran berbasis APOS dirancang berdasarkan dekomposisi genetik yang telah disusun. Desain penelitian ini adalah quasi eksperimen, *non-equivalent Control-Group design*. Data dikumpulkan dengan tes. Analisis data menggunakan uji-t untuk mengetahui apakah kemampuan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti pada kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis APOS lebih baik daripada mahasiswa pada kelas yang menggunakan pembelajaran langsung dan uji regresi digunakan untuk mengetahui pengaruh kemampuan awal mahasiswa terhadap kemampuan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti pada kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis APOS. Tes kemampuan awal dalam mengkonstruksi bukti diberikan pada awal perkuliahan setelah mengikuti perkuliahan materi prasyarat yaitu himpunan, pemetaan, dan operasi biner.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji statistik pada penelitian ini menggunakan SPSS 16. Output uji normalitas disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Output uji normalitas kemampuan mengkonstruksi bukti

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
HASILBEL	.068	70	.200*	.980	70	.339

a. Lilliefors Significance Correction

\*. This is a lower bound of the true significance.

Berdasarkan Tabel 1, sig. = 0,200 > 0,05 yang menunjukkan bahwa data berdistribusi normal.

Tabel 2. Output uji homogenitas kemampuan mengkonstruksi bukti

Test of Homogeneity of Variances				
Hasil Belajar				
Levene				
Statistic	df1	df2	Sig.	
2,949	1	68	,090	

Berdasarkan hasil uji homogenitas pada Tabel 2 diperoleh  $\text{sig.} = 0,090 > 0,05$  yang menunjukkan bahwa data memiliki variansi yang sama.

Rerata dan standar deviasi kemampuan mengkonstruksi bukti pada teori grup disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Deskripsi kemampuan mengkonstruksi bukti

	Mean	Standard Deviation	Maximum score	Minimum Score
APOS	60,31	16,119	98	58
LANGSUNG	49,53	20,734	89	52

Berdasarkan Tabel 3 di atas, mahasiswa pada kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis APOS mempunyai rata-rata kemampuan mengkonstruksi bukti lebih besar dibandingkan dengan mahasiswa pada kelas yang menggunakan pembelajaran langsung. Dilihat dari standar deviasinya, kemampuan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti pada kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis APOS lebih merata dibandingkan dengan mahasiswa pada kelas yang menggunakan pembelajaran langsung.

Karena pada hasil pengujian normalitas dan homogenitas diperoleh bahwa kelompok data yang dianalisis berdistribusi normal dan mempunyai variansi yang sama maka digunakan uji-t untuk mengetahui apakah kemampuan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti pada kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis APOS lebih baik daripada mahasiswa pada kelas yang menggunakan pembelajaran langsung. Tabel 4 berikut ini adalah rangkuman uji-t untuk melihat apakah ada perbedaan kemampuan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti.

Tabel 4. Uji-t kemampuan mengkonstruksi bukti

		Independent Samples Test		
		t-test for Equality of Means		
Hasil Belajar	Equal variances assumed	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
		Equal variances not assumed		
		,018	10,776	4,425
		,019	10,776	4,457

Berdasarkan Tabel 4 di atas, pada taraf signifikansi 5% diperoleh  $\text{sig.} = 0,018 < 0,05$  sehingga disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti pada kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis APOS dan mahasiswa pada kelas yang menggunakan pembelajaran langsung. Karena rerata yang dibandingkan hanya dua maka hal ini menunjukkan bahwa kemampuan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti pada kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis APOS secara signifikan lebih baik daripada mahasiswa pada kelas yang menggunakan pembelajaran langsung.

Untuk menguji pengaruh kemampuan awal mahasiswa terhadap kemampuan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti pada kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis APOS digunakan analisis regresi sederhana. Hasil analisis regresi sederhana disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Regresi Kemampuan Awal Terhadap Kemampuan Mengkonstruksi Bukti

		Coefficients <sup>a</sup>				
Model		Unstandardized		Standardized		
		Coefficients		Coefficients		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	42,977	4,179		10,285	,000
	KAM	,357	,074	,636	4,800	,000

a. Dependent Variable: Hasil Belajar

Berdasarkan hasil analisis regresi pada Tabel 5, diperoleh bahwa ada pengaruh kemampuan awal mahasiswa terhadap kemampuan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti pada kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis APOS.

Tabel 6. Koefisien Determinasi

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,636 <sup>a</sup>	,404	,386	12,626

a. Predictors: (Constant), KAM

Dari Tabel 6, tampak bahwa besarnya pengaruh kemampuan awal mahasiswa terhadap kemampuan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti pada kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis APOS sebesar 40,4%.

Mahasiswa pada kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis APOS mempunyai kemampuan mengkonstruksi bukti lebih baik dan lebih merata dibandingkan dengan mahasiswa pada kelas yang menggunakan pembelajaran langsung. Namun demikian rerata yang dicapai masih jauh dari harapan, yaitu 60,31 dari skor maksimum 100.

Pembelajaran berbasis APOS disusun dalam tiga tahap yaitu tahap *Activities* (Pengerjaan Lembar Tugas Mahasiswa), *Classroom Discussion* (Penyajian Materi), dan *Exercises* (Latihan soal). Pada tahap *Activities* mahasiswa mengerjakan tugas-tugas pada Lembar Tugas Mahasiswa yang disusun berdasarkan Dekomposisi Genetik yang telah dibuat agar mahasiswa melakukan Aksi yang diulang-ulang. Dengan demikian, melalui mekanisme mental interiorisasi mahasiswa mengkonstruksi struktur mental Proses. Selanjutnya, pada tahap *Classroom Discussion* mahasiswa difasilitasi untuk merefleksikan kembali tugas-tugas yang telah dikerjakan pada tahap *Activities* pada saat mahasiswa dikenalkan dengan definisi-definisi dan sifat-sifat yang terkait. Melalui mekanisme mental enkapsulasi mahasiswa mengkonstruksi struktur mental Objek. Tahap *Exercises* merupakan tahap yang melatih mahasiswa untuk menerapkan definisi, lema, dan teorema untuk mengkonstruksi bukti. Melalui mekanisme mental tematisasi pada tahap ini mahasiswa mengkonstruksi struktur mental Skema. Faktor-faktor inilah yang mungkin mendukung kemampuan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti pada kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis APOS lebih baik daripada mahasiswa pada kelas yang menggunakan pembelajaran langsung. Hasil ini sejalan dengan hasil yang diperoleh Arnawa (2009) yaitu mahasiswa yang memperoleh pembelajaran Aljabar Abstrak berdasarkan teori APOS mempunyai kemampuan memvalidasi bukti secara signifikan lebih baik jika dibandingkan dengan mahasiswa yang memperoleh pembelajaran Aljabar Abstrak secara konvensional/biasa. Brown et al. (1997)

menemukan hal serupa yaitu mahasiswa pada kelompok APOS menyelesaikan tugas-tugas matematik terkait operasi biner, grup, dan subgrup lebih baik daripada mahasiswa pada kelompok dengan pembelajaran tradisional (Arnon, 2014: 75)

Pengaruh kemampuan awal mahasiswa terhadap kemampuan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti pada kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis APOS hanya 40,4% yang berarti masih banyak faktor lain yang mempengaruhinya. Menurut Selden (2003), kemampuan mengkonstruksi bukti meliputi kemampuan menggunakan metode-metode pembuktian, definisi, lema, dan teorema untuk menunjukkan kebenaran suatu pernyataan dalam matematika. Dengan demikian kemampuan-kemampuan ini merupakan faktor yang mempengaruhi kemampuan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti. Weber (2001) menyatakan penyebab utama kegagalan mahasiswa S1 dalam mengkonstruksi bukti mungkin kurangnya pengetahuan strategis yaitu pengetahuan tentang bagaimana memilih fakta dan teorema untuk diterapkan. Berdasarkan hal ini pengetahuan strategis merupakan salah satu faktor yang mungkin mempengaruhi kemampuan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti. Dari berbagai kajian berbasis APOS, mekanisme mental enkapsulasi adalah yang paling sulit (Arnon, et al., 2014: 22). Hasil penelitian Wijayanti dan Wiyanti (2016) menyatakan bahwa (1) struktur mental yang dikonstruksi oleh mahasiswa FD adalah Proses untuk operasi biner, dan aksioma., (2) struktur mental yang dikonstruksi oleh mahasiswa FN adalah Proses untuk himpunan, operasi biner, dan aksioma, (3) struktur mental yang dikonstruksi oleh mahasiswa FI adalah Proses untuk himpunan, operasi biner, dan aksioma. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum mahasiswa belum mengkonstruksi struktur mental Objek. Apabila mahasiswa belum mengkonstruksi struktur mental Objek maka sangat dimungkinkan mahasiswa mengalami kesulitan dalam mengkonstruksi struktur mental Skema. Faktor ini pula yang mungkin mempengaruhi kemampuan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti.

## **SIMPULAN**

Secara statistik, mahasiswa pada kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis APOS mempunyai kemampuan mengkonstruksi bukti yang lebih baik daripada mahasiswa pada kelas yang menggunakan pembelajaran langsung. Pada kelas dengan pembelajaran berbasis APOS, rerata kemampuan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti adalah 60,31 dari skor maksimum 100 yang menunjukkan bahwa kemampuan ini masih jauh dari yang diharapkan. Terdapat pengaruh kemampuan awal mahasiswa terhadap kemampuan mahasiswa dalam mengkonstruksi bukti pada kelas yang menggunakan pembelajaran berbasis APOS sebesar 40,4%. Faktor lain yang mungkin berpengaruh yaitu kemampuan mengenkapsulasi Objek, pengetahuan strategis-yaitu pengetahuan tentang bagaimana memilih fakta dan teorema untuk diterapkan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Anton, H. dan Rorres, C. 2015. *Elementary Linear Algebra with Supplemental Applications. 11th Edition*. Singapore: John Wiley & Sons
- Arnawa, I.M. 2009. Mengembangkan Kemampuan Mahasiswa dalam Memvalidasi Bukti pada Aljabar Abstrak melalui Pembelajaran Berdasarkan Teori APOS. *Jurnal Matematika Dan Sains*. 14(2), 62-68
- Arnon, I., et al. 2014. *Apos Theory. A Framework for Research and Curriculu Development in Mathematics Education*. New York: Springer.

- Birkhoff, G. dan Lane, S. M. 1963. *A Survey of Modern Algebra*. New York: The Macmillan Company.
- Cottrill, J., Dubinsky, E., Nichols, D., Schwingendorf, K., Thomas, K., & Vidakovic, D. 1996. Understanding the Limit Concept: Beginning with a coordinate Process Schema. *The Journal of Mathematical Behaviour*. 15(2), 167-192.
- Epp, S.S. 2003. "The Role of Logic in Teaching Proof". *The Mathematical Association Of America* [Monthly 110 December 2003] 886-899. (Online). (<http://condor.depaul.edu/sepp/monthly886-899.pdf> diunduh 2 -2-2016).
- Hungerford, T. W. 1984. *Graduate Text in Mathematics. Algebra*. Springer Verlag: New York.
- 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). Sekolah Pascasarjana UPI, Bandung.
- Lo, J., dan Croy, R., Mc. 2014. *Proof and Proving in a Mathematics Course for Prospective Elementary Teachers*. (Online). (meet.educ.msu.edu/pubs/ICMI19Lo&McCroySubmitted.doc diunduh 1 Juli 2014).
- Moore, R.C. 1994. Making The Transisiton to Formal Proof. *Educational Studies in Mathematics*. 27(3), 249-266.
- Selden, A. and Selden, J. 2003. Validations of Proof Considered as Texts: Can Undergraduates tell Whether an Argument proves a Theorem? *Journal for Research in Mathematics Education*. 34(1), 4-36.
- Solow, D. 2014. *How to Read and Do Proofs. 6th Edition*. New York: John Wiley&Sons.
- Stout, L.N. 2014. *How to Study Mathematics*. (Online). (<http://sun.iwu.edu/~lstout/HowToStudy.html> diunduh 1 Juli 2014).
- Weber, K. 2001. Student Difficulty In Constructing Proofs: The Need For Strategic Knowledge. *Education Studies in Mathematics*. 48, 101-119.
- Wijayanti, K. 2016. Kesulitan Mahasiswa Field Dependent/Independent dalam Mempelajari Struktur Aljabar. (Studi Kasus di Jurusan Matematika Universitas Negeri Semarang). In *Prodiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika: Strategi Pengembangan Kualitas Pembelajaran Matematika dalam Kurikulum Nasional*. Semarang.
- Wijayanti, K. 2017. The Refinement of The Preliminary Genetic Decomposition of Group. *Journal of Physics: Conference Series*. 824(2017), 012045.
- Wijayanti, K. dan Wiyanti, D.T. 2016. Pengungkapan Struktur Mental Mahasiswa PadaPerkuliahan Pengantar Struktur Aljabar Melalui Implementasi Dekomposisi Genetik Pendahuluan Grup. *Seminar Nasional MIPA 2016 dengan tema "Menguatkan Inovasi dan Karakter Konservasi dalam Ilmu Pengetahuan dan Pembelajarannya"*. Semarang.