



KEMAMPUAN BERPIKIR ALJABAR MAHASISWA DALAM MATERI TRIGONOMETRI DITINJAU DARI LATAR BELAKANG SEKOLAH MALALUI PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH

Paridjo

Universitas Pancasakti Tegal

muhparidjo@gmail.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah mendiskripsikan indikator kemampuan berpikir aljabar dan pemecahan masalah mahasiswa pada trigonometri. Subjek penelitian ini sebanyak 66 mahasiswa semester dua pendidikan matematika FKIP Universitas Pancasakti Tegal Indonesia yang menempuh matakuliah Trigonometri dari bulan Maret 2017 sampai Mei 2017. Mahasiswa tersebut berasal dari SMA IPA, SMA IPS dan SMK dari sekolah negeri dan swasta. Indikator kemampuan berpikir aljabar mahasiswa yang diperiksa adalah (1) Kemampuan pemecahan masalah, (2) Matematika sebagai alat untuk fungsi dan Pemodelan Matematika, (3) Aljabar sebagai Bahasa Matematika, (4) Aljabar sebagai Representasi, (5) Kemampuan Quantitative Reasoning. Indikator pemecahan masalah mahasiswa yang dipelajari (1) Memahami masalah yang meliputi (2) Menyusun rencana pemecahan, atau memilih strategi, (3) Melaksanakan perhitungan atau menyelesaikan model matematis, dan (4) Memeriksa kembali hasil yang diperoleh. Hasil yang diperoleh kemampuan berpikir aljabar mahasiswa pada trigonometri untuk kemampuan pemecahan masalah dan kemampuan Quantitative Reasoning cukup kuat. Untuk Kemampuan menggunakan matematika sebagai alat untuk fungsi dan pemodelan matematika, Aljabar sebagai bahasa matematika dan aljabar sebagai representasi masih lemah. Kemampuan berpikir aljabar dan kemampuan pemecahan masalah mahasiswa dari kelompok SMA/MA IPA lebih kuat daripada kelompok SMA/MA IPS dan kelompok SMK

Kata Kunci: Berpikir Aljabar, Pemecahan Masalah, Latar belakang sekolah

PENDAHULUAN

Universitas Pancasakti (UPS) Tegal merupakan salah satu perguruan tinggi swasta di Tegal yang memiliki Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) dan salah satu program studi adalah pendidikan matematika. Calon mahasiswa baru adalah lulusan Sekolah Lanjutan Tingkat Atas (SLTA) dan yang sederajat dilaksanakan melalui sistem seleksi (Pedoman Akademik Universitas Pancasakti Tegal 2016. p. 61). Lulusan SLTA sederajat adalah Sekolah Menengah Atas (SMA), Madrasah Aliyah (MA) dan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) untuk semua jurusan. Data mahasiswa semester satu tahun akademik 2016/2017 tercatat banyaknya mahasiswa pendidikan matematika yang berasal dari SMA/MA IPA sebanyak 43%, SMA/MA IPS sebanyak 17 % dan SMK sebanyak 40%. Selain itu UPS Tegal masih merupakan pilihan terakhir bagi siswa SMA di wilayah Tegal dan sekitarnya untuk melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi, Dengan kondisi seperti tersebut, diperlukan proses pembelajaran yang baik dan sungguh-sungguh bagi setiap pengajar.

Aljabar merupakan bagian dari matematika yang sangat penting untuk membantu menyelesaikan masalah matematika lainnya, karena dalam aljabar dipelajari mengenai simbol-simbol matematika dan bagaimana memanipulasinya, seperti pendapat (I.N. Herstein. 1964) menyatakan bahwa “Aljabar adalah ilmu yang mempelajari simbol-simbol matematika dan aturan untuk memanipulasi simbol-simbol ini”. Untuk dapat

memanipulasi simbol-simbol matematika diperlukan kemampuan berpikir aljabar. Menurut Habert dan Brown “Berpikir aljabar adalah penggunaan simbol matematika dan alat untuk menganalisis kondisi-kondisi berbeda dengan cara (1) merepresentasikan informasi secara matematik dalam bentuk kata- kata, diagram, tabel, grafik, dan persamaan, dan (2) mengartikan dan menggunakan temuan matematika seperti penyelesaian nilai yang tidak diketahui, mengetes pembuktian dan mencari hubungan hubungan suatu fungsi”.

Dalam berpikir aljabar diperlukan suatu proses memecahkan masalah sehingga permasalahan yang kompleks dapat dengan mudah dicari solusinya. Menurut Kriegler kemampuan pemecahan masalah adalah bagaimana menggunakan strategi pemecahan masalah dan mencari berbagai pendekatan/berbagai solusi.

Dengan memperhatikan keadaan tersebut, diperlukan suatu pembelajaran yang dapat mengembangkan kemampuan berpikir aljabar. Pemecahan masalah dapat membantu mahasiswa untuk mengembangkan berpikir aljabar. Bagaimanakah kemampuan berikir aljabar dan kemampuan pemecahan masalah trigonometri ditinjau dari latar belakang sekolah.

Berpikir Aljabar

Berpikir aljabar didefinisikan oleh beberapa ahli salah satunya yaitu Discroll menyatakan , “*algebraic thinking could be thought of as the “capacity to represent quantitative situations so that relations among variable become apparent”*”. Yang berarti, berpikir aljabar dapat dianggap sebagai kapasitas untuk merepresentasi situasi kuantitatif sehingga terlihat relasi antara variabel. Ameron mendefinisikan bahwa, “*algebraic thinking is mental process like reasoning with unknown, generalizing, and formalizing relation between magnitude and developing the concept “variable”*”. Yang dapat diartikan bahwa berpikir aljabar merupakan proses mental dengan sesuatu yang tidak diketahui, menggeneralisasi, dan membuat formula hubungan antara besaran-besaran dan membangun konsep variabel. Kieran berpendapat berpikir aljabar dapat pula dipahami sebagai sebuah pendekatan untuk situasi kuantitatif yang dijelaskan sebagai berikut: “*Algebraic thinking can be interpreted as an approach to quantitative situations that emphasizes the general relational aspects with tools that are not necessarily letter-symbolic, but which can ultimately be used as cognitive support for introducing and for sustaining the more traditional discourse of school algebra*”.⁷

Berpikir aljabar dapat diartikan sebagai sebuah pendekatan untuk situasi kuantitatif yang menekankan aspek relasi umum menggunakan alat yang tidak harus berupa simbol, namun dapat digunakan sebagai alat bantu kognitif untuk mengenalkan dan mempertahankan wacana aljabar sekolah yang lebih tradisional.

Pendapat lain untuk berpikir aljabar, Herbert dan Brown (1997) memberikan penjelasan yang lebih detail mengenai berpikir aljabar. Pendapatnya, “*Algebra thinking is using mathematical symbols and tools to analyse different situation by (1) representing that information mathematically in words, diagrams, tables, graphs, and equations, and (2) interpreting and applying mathematical finding, such as solving for unknowns, testing conjectures, and identifying functional relationship*” Berpikir aljabar adalah penggunaan simbol matematika dan alat untuk menganalisis kondisi-kondisi berbeda dengan cara (1) merepresentasikan informasi secara matematik dalam bentuk kata- kata, diagram, tabel, grafik, dan persamaan, dan (2) mengartikan dan menggunakan temuan matematika seperti penyelesaian nilai yang tidak diketahui, mengetes pembuktian dan mencari hubungan hubungan suatu fungsi.

Kriegler memperjelas pertanyaan apakah berpikir aljabar itu? Ia menunjukkan bahwa terdapat dua komponen dalam berpikir aljabar, yaitu (1) pengembangan alat berpikir matematik dan (2) studi mengenai ide dasar aljabar. Alat berpikir matematik yang dimaksud oleh Kriegler terdiri dari tiga kategori, alat untuk kemampuan pemecahan masalah, kemampuan representasi, dan kemampuan penalaran kuantitatif. Sedangkan ide dasar aljabar yang dimaksud adalah aljabar sebagai bentuk generalisasi aritmatik, aljabar sebagai bahasa matematika, dan aljabar sebagai alat untuk fungsi dan memodelkan matematika.

Komponen berpikir aljabar tersebut akan diperjelas dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 1 Komponen Berpikir Aljabar Kriegler.

Komponen Alat Berpikir Matematika	Indikator
Kemampuan Pemecahan Masalah	Menggunakan strategi pemecahan masalah Mencari berbagai pendekatan/berbagai solusi
Kemampuan Representasi	Menampilkan hubungan secara visual (gambar), simbol, secara numerik dan secara verbal. Mengartikan berbagai bentuk representasi Menafsirkan informasi dalam representasi
Kemampuan Quantitive Reasoning	Menganalisis masalah untuk menggali dan mengukur hal penting Penalaran induktif dan deduktif
Aljabar sebagai bentuk generalisasi aritmatik	Secara konseptual berdasarkan strategi penghitungan Rasio dan proporsi Estimasi Aljabar sebagai bahasa matematika Arti dari variabel dan ekspresi variabel Arti dari solusi Memahami dan menggunakan sifat sistem bilangan Membaca, menulis, memanipulasi angka dan simbol menggunakan kaidah aljabar
Aljabar sebagai alat untuk fungsi dan pemodelan matematika	Mencari, mengungkapkan, menggeneralisasi pola dan aturan dalam konteks dunia nyata Merepresentasikan ide matematika dengan

	persamaan, tabel, grafik, atau kata-kata
Aljabar sebagai alat untuk fungsi dan pemodelan matematika	Bekerja dengan pola input dan output Mengembangkan keterampilan menggambar koordinat

Karakteristik Berpikir Aljabar

Karakteristik berpikir aljabar menggambarkan ciri khusus yang membedakan berpikir jenis ini dengan cara-cara berpikir lain. Menurut **Lins** (dalam Farmaki) menyebutkan karakteristik dari berpikir aljabar, yaitu:

To think algebraically is:

1. *To think arithmetically, which means modelling in numbers;*
2. *To think internally, which means reference only to the operations and equality relation, in other words solutions in the boundaries of the semantic field of numbers and arithmetical operations;*
3. *To think analitically, which means what is unknown has to be treated as known*

Karakteristik berpikir aljabar di atas dapat diartikan bahwa berpikir aljabar adalah berpikir secara aritmatik yaitu memodelkan dalam bentuk bilangan, berpikir internal yaitu merujuk hanya pada operasi dan hubungan kesamaan, dengan kata lain pemecahan/solusi dalam lingkup wilayah semantik dari bilangan dan operasi aritmatika, berpikir secara analitis yang berarti apa yang “tidak diketahui” diperlakukan sebagai yang “diketahui”. Jadi berdasarkan uraian Lins tersebut berpikir aljabar melibatkan tiga cara berpikir yaitu berpikir aritmatik, berpikir internal, dan berpikir analitis.

Karakteristik dari berpikir aljabar menurut **Radford** sebagai berikut.

1. *One deals with a sense of indeterminacy that is proper to basic algebraic objects such as unknown, variables and parameters.* (seseorang berurusan dengan sesuatu yang tidak pasti sesuai dengan obyek dasar aljabar seperti yang tidak diketahui, variabel, dan parameter)
2. *Indeterminate objects are handled analytically* (obyek yang pasti ditangani secara analitis)
3. *The peculiar symbolic mode that it has to designate its objects* (penggunaan simbol tertentu untuk mendisain obyek tersebut).

Jenis-jenis berpikir dalam berpikir aljabar menurut Lew, bahwa aljabar merupakan *a ways of thinking*, atau suatu cara berpikir dimana kesuksesan aljabar didasarkan oleh 6 jenis berpikir matematik, yaitu, generalisasi (*generalization*), abstraksi (*abstraction*), berpikir analitis (*analitical thinking*), berpikir dinamis (*dynamic thinking*), pemodelan (*modelling*), dan pengorganisasian (*organization*), akan dijelaskan pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2 Jenis-Jenis Berpikir dalam Berpikir Aljabar Lew.

Berpikir Aljabar)	Penjelasan
Generalisasi (Generalization)	Generalisasi adalah proses untuk menemukan pola atau bentuk, yang diawali dengan pola yang diidentifikasi dari obyek yang diberikan. Setiap hubungan fungsi juga

	merupakan sebuah pola.
Abstraksi (Abstraction)	Abstraksi merupakan proses untuk mengekstrak obyek matematika dan hubungan-hubungan berdasarkan generalisasi. Simbol digunakan dalam abstraksi.
Berpikir Analitis (Analitical Thinking)	Berpikir analitis adalah proses untuk mengaplikasikan operasi kebalikan (inverse operation) yang digunakan dalam kondisi masalah dengan tujuan untuk menemukan kondisi yang diperlukan dalam penyelesaian.
Berpikir Dinamis (Dynamic Thinking)	Berpikir dinamis adalah berpikir dengan melibatkan variabel sebagai obyek yang dapat dirubah-rubah.
Pemodelan (Modelling)	Pemodelan adalah proses untuk merepresentasi situasi kompleks menggunakan ekspresi matematika, untuk menginvestigasi situasi dengan model, dan untuk menggambarkan hubungan dari suatu aktivitas. Representasi ini dapat menggunakan sebuah persamaan dan menyelesaikan persamaan tersebut.
Pengorganisasian (Organization)	Pengorganisasian menyediakan berbagai kombinasi berpikir untuk menemukan semua variabel independen, yang penting dalam berbagai aktivitas pemecahan masalah.

Berdasarkan berbagai definisi, komponen, dan bentuk-bentuk berpikir dalam berpikir aljabar maka dapat disimpulkan bahwa berfikir aljabar adalah kemampuan menyajikan informasi dalam bentuk simbol, kata-kata ke dalam bahasa sehari-hari, berfikir tentang fungsi dan struktur, menganalisis serta mengaplikasikan berbagai penemuan matematika dan memecahkan berbagai macam permasalahan.

Berpikir Aljabar pada Materi Trigonometri

Trigonometri merupakan salah satu mata kuliah wajib yang diikuti oleh semua mahasiswa pendidikan matematika di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Pancasakti Tegal. Dalam menyelesaikan masalah trigonometri diperlukan suatu kemampuan dalam menghubungkan formula-formula yang berlaku dan ketrampilan dalam menggunakan formula-formula tersebut untuk menyelesaikan masalah kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan trigonometri. Menyelesaikan masalah dalam trigonometri diperlukan kemampuan pemecahan masalah dan kemampuan dalam berpikir aljabar.

Berdasarkan Indikator Berpikir Aljabar dari para ahli, ditentukan indikator-indikator untuk mengevaluasi kemampuan berpikir aljabar mahasiswa dalam mata kuliah trigonometri seperti pada tabel 3 berikut.

Tabel 3 Kemampuan berpikir aljabar dan indikator-indikator berpikir aljabar pada Trigonometri

No.	Kemampuan Berpikir Aljabar	Indikator Berpikir Aljabar pada Trigonometri
1.	Kemampuan Pemecahan Masalah	1. Mahasiswa mampu mengidentifikasi unsur diketahui dan unsur yang ditanyakan 2. Mahasiswa mampu menentukan formula yang tepat digunakan untuk menyelesaikan masalah 3. Mahasiswa mampu menyelesaikan masalah menggunakan formula yang tepat 4. Mahasiswa mampu membuat laporan pemecahan masalah.
2	Matematika sebagai alat untuk fungsi dan Pemodelan Matematika	1. Mahasiswa mampu menemukan, menggunakan, menggenarilasikan aturan dalam bentuk persamaan 2. Mahasiswa mampu menggenarisasikan konsep matematika ke dalam gambar, dan persamaan
3	Aljabar sebagai Bahasa Matematika	1. Mahasiswa mampu menjelaskan makna variabel 2. Mahasiswa mampu menggunakan variabel sebagai informasi unsur-unsur yang diketahui 3. Mahasiswa mampu menjelaskan penyelesaian soal 4. Mahasiswa mampu melakukan manipulasi aljabar pada suatu persamaan 5. Mahasiswa mampu menentukan nilai variabel yang ditanyakan
4	Aljabar sebagai Representasi	1. Mahasiswa mampu menampilkan hubungan secara visual, simbol, secara numerik , secara/verbal 2. Mahasiswa mampu membuat berbagai bentuk representasi soal 3. Mahasiswa mampu menafsirkan informasi dari representasi yang dibuat
5	Kemampuan Quantitative Reasoning	1. Mahasiswa mampu menggunakan penalaran induktif dan deduktif dalam menyelesaikan soal 2. Mahasiswa mampu menggunakan operasi-operasi aljabar dengan tepat 3. Mahasiswa mampu menentukan jawaban yang benar dengan alasan yang tepat

Pemecahan Masalah

Pentingnya kepemilikan kemampuan pemecahan masalah matematis sudah dikemukakan Branca (dalam Sumarmo, 1994, 2006) yaitu: (1) kemampuan pemecahan masalah merupakan tujuan umum pembelajaran matematika, bahkan sebagai jantungnya

matematika, (2) penyelesaian masalah yang meliputi metode, prosedur, strategi dalam pemecahan masalah merupakan proses inti dan utama dalam kurikulum matematika, dan (3) pemecahan masalah merupakan kemampuan dasar dalam belajar matematika. Polya (Sumarmo, 1994) mendefinisikan pemecahan masalah sebagai suatu usaha untuk mencari jalan keluar dari suatu kesulitan untuk mencapai tujuan yang tidak dengan segera diperoleh. Lebih lanjut Polya (Sumarmo, 1994, 2006) mengemukakan langkah-langkah pemecahan masalah, yaitu: (1) memahami masalah yang meliputi mengidentifikasi unsur yang diketahui dan yang ditanyakan, mengidentifikasi kecukupan unsur, dan menyusun model matematika (2) menyusun rencana pemecahan, atau memilih strategi, (3) melaksanakan perhitungan atau menyelesaikan model matematis, dan (4) memeriksa kembali hasil yang diperoleh. Pentingnya pengembangan kemampuan berpikir aljabar pada mahasiswa juga tersirat ketika mahasiswa melakukan proses memecahkan masalah matematis, misalnya ketika menggunakan konsep matematika dan merepresentasikan hasil pemecahan masalah.

Dalam proses tersebut, pada dasarnya mereka melakukan kegiatan berpikir aljabar antara berpikir secara aritmetis yaitu memodelkan dalam bentuk bilangan, berpikir internal yaitu merujuk hanya pada operasi dan hubungan kesamaan, dengan kata lain pemecahan/solusi dalam lingkup wilayah semantik dari bilangan dan operasi aritmatika, berpikir secara analitis yang berarti apa yang “tidak diketahui” diperlakukan sebagai yang “diketahui”. Menurut Lins berpikir aljabar melibatkan tiga cara berpikir yaitu berpikir aritmetis, berpikir internal, dan berpikir analitis. Berdasarkan pendapat Radford, berpikir aljabar terjadi dengan diawali kepekaan seseorang tentang sesuatu/obyek yang tidak dapat ditentukan secara pasti kemudian dilanjutkan dengan dilakukannya analisis terhadap obyek tersebut dan terakhir adalah memodelkan obyek yang sudah dianalisis dalam simbol.

METODE

Subjek penelitian ini adalah mahasiswa Pendidikan Matematika FKIP Universitas Pancasakti Tegal semester 2 sebanyak 66 orang yang mengambil mata kuliah Trigonometri. Mahasiswa berasal dari berbagai sekolah menengah atas yaitu SMA dengan jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (SMA IPA), SMA dengan jurusan Ilmu Pengetahuan Sosial (SMA IPS), Madrasah Aliyah dengan jurusan IPA (MA IPA), Madrasah Aliyah dengan jurusan IPS (MA IPS) dan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dengan berbagai jurusan.

Untuk SMA IPA dan SMA IPA memiliki kurikulum matematika yang sama dan SMA IPS dan MA IPS juga memiliki kurikulum yang sama, sehingga keduanya digabung karena memiliki kurikulum yang sama. Sehingga dalam penelitian ini diperoleh tiga kelompok asal sekolah yaitu kelompok SMA IPA, kelompok SMA IPS dan kelompok SMK dengan berbagai jurusan.

Untuk mengetahui kemampuan awal mahasiswa digunakan hasil Ujian Tengah Semester. Nilai ini digunakan untuk mengetahui tingkat kemampuan mahasiswa rendah, kemampuan sedang atau kemampuan tinggi. Pada penelitian ini diambil nilai kemampuan rendah dan kemampuan tinggi untuk masing-masing kelompok asal sekolah. Menggunakan uji SPSS diperoleh kemampuan rendah dengan nilai dibawah kuartil satu (Q1) sama dengan 45,75 dan kemampuan tinggi dengan nilai diatas kuartil 3 (Q3) sama dengan 76,00. Untuk analisis ditentukan satu responden untuk masing-masing kelompok, sehingga diperoleh satu responden untuk kelompok SMA IPA berkemampuan tinggi dengan kode A.1, satu responden kelompok SMA IPA berkemampuan rendah dengan

kode A.2, satu responden kelompok SMA IPS berkemampuan tinggi dengan kode S.1, satu responden kelompok SMA IPS berkemampuan rendah dengan kode S.2, satu responden kelompok SMK berkemampuan tinggi dengan kode K.1 dan satu responden kelompok SMK berkemampuan rendah dengan kode K.2. Tujuan pengelompokan untuk membandingkan kemampuan berpikir aljabar mahasiswa untuk kelompok asal sekolah dari mahasiswa Pendidikan matematika FKIP Universitas Pancasakti Tegal.

Instrumen Penelitian

Untuk memperoleh data kemampuan berpikir aljabar pada trigonometri, disusun instrumen dalam bentuk soal esai tentang permasalahan yang berhubungan dengan permasalahan sehari-hari yang dapat diselesaikan dengan rumus-rumus trigonometri.

Berikut instrumen materi trigonometri:

1. Sebuah tiang bendera berdiri tegak pada puncak di tepian gedung bertingkat. Dari suatu tempat yang berada di tanah, titik pangkat tiang bendera terlihat dengan sudut elevasi 60° dan titik ujung tiang bendera terlihat dengan sudut elevasi 75° . Jarak horizontal dari titik pengamat ke tepian dasar gedung sama dengan 20 meter, berapa meterkah tinggi tiang bendera tersebut?
2. Dalam waktu yang bersamaan dua kapal meninggalkan pelabuhan. Kapal pertama berlayar dengan arah 072° dengan laju 20 km/jam, sedangkan kapal kedua berlayar dalam arah 158° dengan laju 15 km/jam. Hitunglah jarak kedua kapal setelah berlayar selama 4 jam.
3. Titik P dan titik Q pada tepian sebuah sungai yang beralur lurus, jarak $PQ = 20$ m. titik R terletak pada tepian yang lain sehingga besar $\angle RPQ = 56^{\circ}$ dan besar $\angle RQP = 70^{\circ}$.
Hitunglah:
 - a. Jarak R dan P
 - b. Lebar sungai
4. Sebuah lapangan berbentuk jajar genjang memiliki sisi 70 m dan 50 m. Salah satu sudut lapangan berukuran 78° . Tentukan luas lapangan tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil kemampuan awal evaluasi trigonometri di peroleh dari ujian tengah semester, menggunakan analisis SPSS disajikan pada tabel 3 dan Tabel 4 berikut:

Tabel 3 Ukuran tendensi sentral nilai UTS Trigonometri

Statistics		
Nilai UTS		
Trigonometri		
N	Valid	66
	Missing	0
Mean		636.212
Median		650.000
Mode		45.00
Sum		4199.00
Percentiles	25	457.500
	50	650.000
	75	760.000

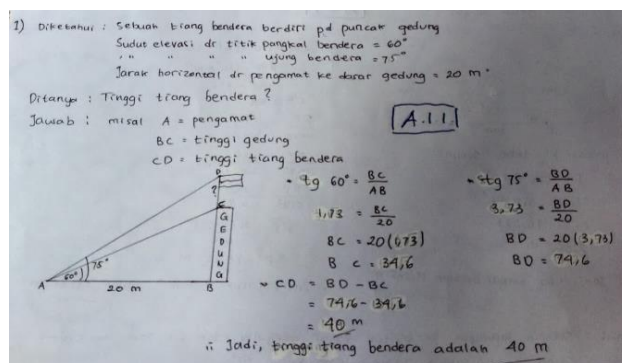
Dari data pada tabel 3, kemampuan mahasiswa pada Trigonometri masih rendah dengan Mean hanya 63,6. Median 65,0 dan Modus 45,0. Pengelompokan kemampuan mahasiswa pada kelompok rendah, sedang dan tinggi berdasarkan kuartil, kelompok rendah untuk nilai dibawah kuartil 1 dengan nilai 45,7 dan kelompok tinggi diatas kuartil 3 dengan nilai 76.

Hasil analisis kemampuan berpikir aljabar materi Trigonometri untuk setiap masalah diuraikan sebagai berikut.

Masalah 1

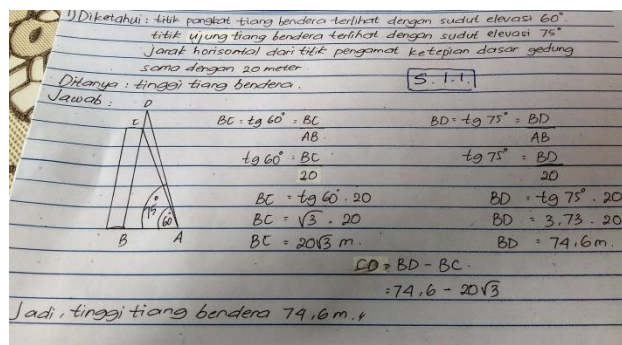
Sebuah tiang bendera berdiri tegak pada puncak di tepian gedung bertingkat. Dari suatu tempat yang berada di tanah, titik pangkat tiang bendera terlihat dengan sudut elevasi 60° dan titik ujung tiang bendera terlihat dengan sudut elevasi 75° . Jarak horizontal dari titik pengamat ke tepian dasar gedung sama dengan 20 meter, berapa meterkah tinggi tiang bendera tersebut?

Masalah 1 dapat diselesaikan oleh semua responden, namun masih ditemukan beberapa kekurangan yang harus dipenuhi sesuai dengan kriteria berpikir aljabar. Sebagai contoh hasil pekerjaan responden A.1 seperti pada gambar berikut:



Gambar 1: Hasil pekerjaan A.1

Dari pekerjaan tersebut dapat ditemukan bahwa responden A1 menyelesaikan masalah trigonometri sudah memenuhi indikator kemampuan pemecahan masalah, menggunakan matematika sebagai alat untuk fungsi dan pemodelan matematika, menggunakan aljabar sebagai bahasa matematika, aljabar sebagai representasi dan mampu menggunakan quantitative reasoning dengan baik.



Gambar 2: pekerjaan S.1

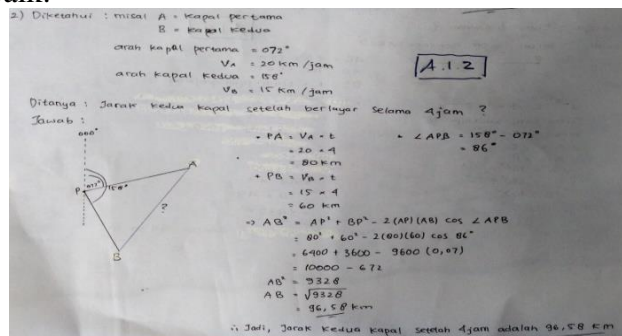
Responden S.1, kemampuan menggunakan quantitative reasoning tidak baik, karena tidak mampu menentukan jawaban yang benar dengan alasan yang tepat.

Responden K.2, , menggunakan matematika sebagai alat untuk fungsi dan pemodelan matematika kurang tepat karena tidak mampu mampu menemukan, menggunakan, menggenarilasikan aturan dalam bentuk persamaan,

Masalah 2:

Dalam waktu yang bersamaan dua kapal meninggalkan pelabuhan. Kapal pertama berlayar dengan arah 072° dengan laju 20 km/jam, sedangkan kapal kedua berlayar dalam arah 158° dengan laju 15 km.jam. Hitunglah jarak kedua kapal setelah berlayar selama 4 jam.

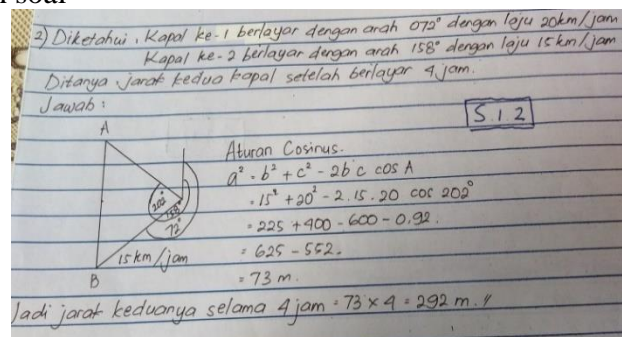
Masalah 2, responden A.1 dan responden A.2 , responden S.2, dan responden K.1, memiliki kemampuan aljabar baik, karena dapat menyelesaikan masalah trigonometri sdh memenuhi indikator kemampuan pemecahan masalah, menggunakan matematika sebagai alat untuk fungsi dan pemodelan matematika, mennggunakan aljabar sebagai bahasa matematika, aljabar sebagai representasi dan mampu menggunakan quantitative reasoning dengan baik.



Gambar 3, Pekerjaan responden A.1

Responden S.1, Tidak mampu berpikir aljabar dengan baik, karena:

- Kemampuan pemecahan masalah kurang
- Tidak mampu menggenarilisasikan konsep matematika ke dalam gambar
- Tidak mampu menggunakan aljabar sebagai bahasa matematika
- Tidak mampu menafsirkan informasi dari representasi yang dibuat
- Mahasiswa mampu menggunakan penalaran induktif dan deduktif dalam menyelesaikan soal



Gambar 4, pekerjaan responden S.1

Responden K.2.2;

Tidak mampu berpikir aljabar dengan baik, karena kemampuan pemecahan masalah kurang; tidak mampu menggenarilisasikan konsep matematika ke dalam gambar; Tidak mampu menggunakan aljabar sebagai bahasa matematika; tidak mampu menafsirkan informasi dari representasi yang dibuat

Namun mahasiswa mampu menggunakan penalaran induktif dan deduktif dalam menyelesaikan soal

Masalah 3:

Titik P dan titik Q pada tepian sebuah sungai yang beralur lurus, jarak $PQ = 20$ m. titik R terletak pada tepian yang lain sehingga besar $\angle RPQ = 56^\circ$ dan besar $\angle RQP = 70^\circ$.

Hitunglah:

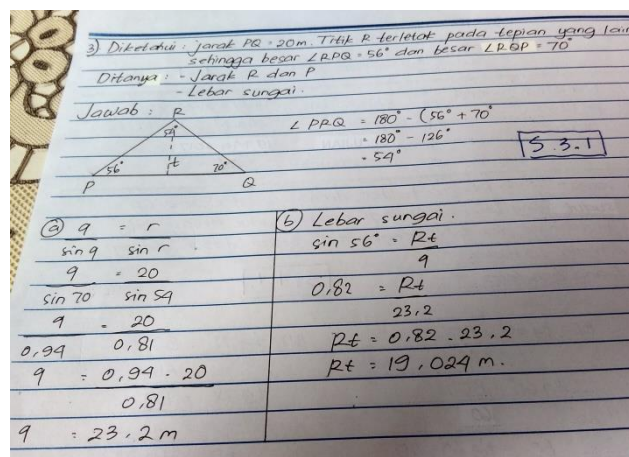
- Jarak R dan P
- Lebar sungai

Responden A.1 dan A.2

Menyelesaikan masalah trigonometri sudah memenuhi indikator kemampuan pemecahan masalah, menggunakan matematika sebagai alat untuk fungsi dan pemodelan matematika, menggunakan aljabar sebagai bahasa matematika, aljabar sebagai representasi dan mampu menggunakan quantitative reasoning dengan baik.

Responden S.1. Menyelesaikan masalah trigonometri sdh memenuhi indikator kemampuan pemecahan masalah, menggunakan matematika sebagai alat untuk fungsi dan pemodelan matematika, menggunakan aljabar sebagai bahasa matematika, aljabar sebagai representasi dan mampu menggunakan quantitative reasoning dengan baik

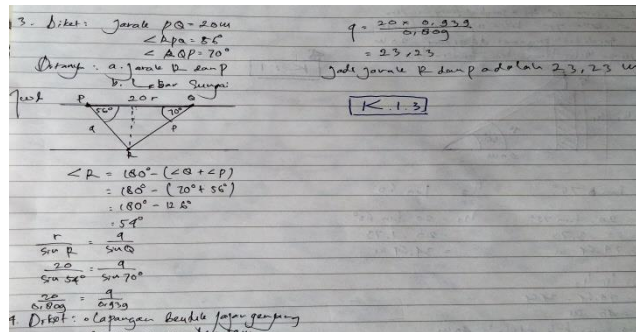
Namun tidak mampu Mahasiswa mampu membuat laporan pemecahan masalah, tidak mampu menggenarilisasikan konsep matematika kedalam bentuk gambar dengan benar dan tidak mampu menentukan jawaban yang benar dengan alasan yang tepat



Gambar 5. Pekerjaan Responden S.3

Responden K.1.

Secara umum tidak mampu berpikir aljabar dengan baik. Mampu menggunakan pemecahan masalah namun tidak mampu menyelesaikan dengan tepat, tidak mampu menentukan jawaban yang benar dengan alasan yang tepat, tidak mampu menggunakan penalaran induktif dan deduktif dalam menyelesaikan soal.



Gambar 6. Pekerjaan Responden K1

Masalah 4

Sebuah lapangan berbentuk jajar genjang memiliki sisi 70 m dan 50 m. Salah satu sudut lapangan berukuran 78° . Tentukan luas lapangan tersebut.

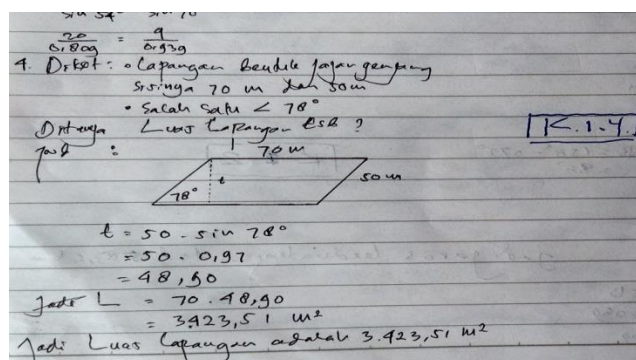
Responden A.1, Menyelesaikan masalah trigonometri sdh memenuhi indikator kemampuan pemecahan masalah, menggunakan matematika sebagai alat untuk fungsi dan pemodelan matematika, menggunakan aljabar sebagai bahasa matematika, aljabar sebagai representasi dan mampu menggunakan quantitative reasoning dengan baik. Namun belum mampu menyelesaikan masalah menggunakan formula yang tepat, dengan rumus sinus

Responden A.2, Menyelesaikan masalah trigonometri sdh memenuhi indikator kemampuan pemecahan masalah, menggunakan matematika sebagai alat untuk fungsi dan pemodelan matematika, menggunakan aljabar sebagai bahasa matematika, aljabar sebagai representasi dan mampu menggunakan quantitative reasoning dengan baik.

Namun belum mampu menyelesaikan masalah menggunakan formula yang tepat, dengan rumus luas segitiga $= \frac{1}{2} a.b \sin C$

Responden S.2. dan K.1

Tidak mampu melakukan pemecahan masalah, karena tidak dapat menggunakan formula dengan tepat, tidak mampu menyelesaikan masalah menggunakan formula yang tepat. Mampu menggunakan matematika sebagai alat untuk fungsi dan pemodelan matematika. Tidak mampu menggunakan aljabar sebagai bahasa matematika. Kemampuan Quantitative Reasoning baik.



Gambar 7. Pekerjaan responden K.1

Responden K.2.;

Menyelesaikan masalah trigonometri sdh memenuhi indikator kemampuan pemecahan masalah, menggunakan matematika sebagai alat untuk fungsi dan pemodelan matematika, menggunakan aljabar sebagai bahasa matematika, aljabar sebagai representasi dan mampu menggunakan quantitative reasoning dengan baik.

Namun belum mampu menyelesaikan masalah menggunakan formula yang tepat, dengan rumus luas segitiga = $\frac{1}{2} a.b \sin C$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kemampuan berpikir aljabar pada Trigonometri di kelompokkan dalam kelompok sekolah asal, kemampuan awal dan nomor soal. Kelompok sekolah berasal dari SMA/MA IPA dengan kode A diwakili oleh responden A.1 dan A.2, SMA/MA IPS dengan kode S diwakili oleh responden S.1 dan S.2 dan SMK dengan kode K diwakili oleh responden K.1 dan K.2. Kemampuan awal dipilih untuk kemampuan rendah dengan kode 2 dan kemampuan awal tinggi dengan kode 1 dan nomor soal dengan kode 1 sampai 4. Misal Responden A.1.1 maksudnya mahasiswa kelompok SMA/MA IPA kemampuan awal tinggi dengan jawaban soal nomor 1.

Kemampuan berpikir aljabar untuk kelompok SMA IPA yang diwakili oleh responden A.1 dan A.2. Responden A.1, dapat menyelesaikan empat masalah trigonometri sudah memenuhi indikator kemampuan pemecahan masalah, menggunakan matematika sebagai alat untuk fungsi dan pemodelan matematika, menggunakan aljabar sebagai bahasa matematika, aljabar sebagai representasi dan mampu menggunakan quantitative reasoning dengan baik. Namun untuk soal nomor empat tidak mampu menyelesaikan masalah menggunakan formula yang tepat dengan rumus luas segitiga = $\frac{1}{2}a.b \sin C$. Berdasarkan temuan ini disimpulkan responden A.1 memiliki kemampuan berpikir aljabar amat kuat. Kemampuan pemecahan masalah Responden A.1 sangat baik, memenuhi 4 kriteria yang diharapkan.

Responden A.2, dapat menyelesaikan empat masalah trigonometri sudah memenuhi indikator kemampuan pemecahan masalah, menggunakan matematika sebagai alat untuk fungsi dan pemodelan matematika, menggunakan aljabar sebagai bahasa matematika, aljabar sebagai representasi dan mampu menggunakan quantitative reasoning dengan baik. Namun untuk nomor tiga poin b, responden A.2 tidak mampu melakukan manipulasi aljabar pada suatu persamaan (salah dalam menuliskan dan soal nomor 4 tidak mampu diselesaikan menggunakan formula yang tepat dengan rumus luas jajargenjang = $a.b \sin C$. Berdasarkan temuan ini dapat disimpulkan bahwa responden A.2 memiliki kemampuan berpikir aljabar kuat.

Responden S.1, kemampuan pemecahan masalah kurang, karena tidak mampu membuat laporan pemecahan masalah dengan benar untuk semua masalah. Tidak mampu menggeneralisasikan konsep matematika ke dalam gambar dengan benar. Tidak mampu menentukan jawaban yang benar dengan alasan yang tepat untuk semua masalah. Kemampuan dalam menggunakan aljabar sebagai bahasa matematika, aljabar sebagai representasi kurang baik. Dari temuan tersebut disimpulkan responden S.1 dalam kemampuan berpikir aljabar lemah.

Kemampuan pemecahan masalah

Responden S.2, dapat menyelesaikan empat masalah trigonometri sudah memenuhi indikator kemampuan pemecahan masalah, menggunakan matematika sebagai alat untuk fungsi dan pemodelan matematika, menggunakan aljabar sebagai bahasa

matematika, aljabar sebagai representasi dan mampu menggunakan quantitative reasoning dengan baik. Namun untuk soal nomor empat tidak mampu menyelesaikan masalah menggunakan formula yang tepat dengan rumus luas jajargenjang = $a.b \sin C$ dan Berdasarkan temuan ini disimpulkan responden S.2 memiliki kemampuan berpikir aljabar kuat.

Responden K.1, Dapat menyelesaikan tiga masalah dari 4 masalah yang tersdia, yaitu nomor 2 tidak bisa diselesaikan dengan benar karena tidak mampu dalam menggunakan aljabar sebagai bahasa matematika. Indikator yang lain sudah baik seperti kemampuan pemecahan masalah, matematika sebagai alat untuk fungsi dan pemodelan matematika, aljabar sebagai representasi dan kemampuan quantitative reasoning. Dari temuan tersebut responden K.1 memiliki kemampuan berpikir aljabar kuat.

Responden K.2, memiliki kemampuan kurang, dalam pada pemecahan masalah, misal soal nomor 2 tidak dapat menyelesaikan masalah menggunakan formula yang tepat, tidak mampu menggunakan sebagai alat untuk fungsi dan pemodelan matematika (nomor 2 responden K.2 tidak mampu menggeneralisasikan konsep matematika ke dalam gambar dan persamaan dengan benar). Untuk pertanyaan soal 3.b responden K.2 tidak mampu menampilkan secara visual dan simbol serta tidak mampu menafsirkan informasi dari representasi yang dibuat dan masalah nomor 4 tidak mampu diselesaikan menggunakan formula dengan tepat yaitu Luas segitiga $\frac{1}{2} a.b \sin C$.

Dari temuan tersebut disimpulkan responden K.2 memiliki kemampuan berpikir aljabar cukup.

Mahasiswa dalam berpikir aljabar lemah dalam generalisasi, abstraksi dan berpikir analitis, hal ini sesuai dengan pendapat Lew mengenai jenis berpikir aljabar. Generalisasi adalah proses untuk menemukan pola atau bentuk yang diawali dengan pola yang diidentifikasi dari objek yang diberikan, setiap hubungan fungsi adalah sebuah pola. Abstraksi merupakan proses untuk mengekstrak obyek matematika dan hubungan-hubungan berdasarkan generalisasi. Simbol digunakan dalam abstraksi. Berpikir analitis adalah proses untuk mengaplikasikan operasi kebalikan (inverse operation) yang digunakan dalam kondisi masalah dengan tujuan untuk menemukan kondisi yang diperlukan dalam penyelesaian

SIMPULAN

Kemampuan berpikir aljabar untuk trigonometri mahasiswa kelompok SMA/MA IPA (A.1 dan A.2) memiliki kemampuan berpikir aljabar dan kemampuan pemecahan masalah lebih baik diandingkan kemampuan berpikir aljabar dan kemampuan pemecahan masalah dari kelompok SMA/MA IPS (S.1 dan S.2) serta lebih baik juga dari kelompok SMK (K.1 dan K.2). Kemampuan berpikir aljabar dan kemampuan pemecahan masalah adalah kelompok SMA/MA IPA yang diwakili oleh responden A.1.

Kemampuan berpikir aljabar untuk trigonometri mahasiswa kelompok SMA/MA IPS (S.1 dan S.2) memiliki kemampuan berpikir aljabar dan kemampuan pemecahan masalah lebih baik diandingkan dengan kelompok SMK (K.1 dan K.2)

Kemampuan awal trigonometri yang dari nilai Ujian tengah semester dari kelompok SMA/MA IPS dan SMK tidak banyak berengaruh terhadap kemampuan berpikir aljabar dan pemecahan masalah.

Kemampuan berpikir aljabar mahasiswa pada trigonometri untuk kemampuan pemecahan masalah dan kemampuan *Quantitative Reasoning* cukup kuat. Untuk Kemampuan menggunakan matematika sebagai alat untuk fungsi dan pemodelan

matematika, Aljabar sebagai bahasa matematika dan aljabar sebagai representasi masih lemah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anthony, Glenda & Hunter, Roberta. 2016. *Grouping Practices in New Zealand Mathematics Classrooms: Where Are We at and Where Should We Be?* New Zealand Association for Research in Education 2016.
- Arif Lingga dan Winda Sari. 2013. Pengaruh Kemampuan Berpikir Aljabar terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika (studi kasus di kelas VIII sMP negeri 1 kaliwedi kabupaten cirebon) <http://www.syekh Nurjati.ac.id/jurnal/-index.php/eduma/article/view/45/45>.
- Carolyn Kieran. 2004. *Algebraic thinking in the early grades: What is it* (. Available from: The Mathematics Educator 2004, Vol.8, No.1, 139 – 151.
- Driscoll, M. (1999). *Fostering algebraic thinking: A guide for teachers grades 6–10*. Portsmouth, NH: Heinemann Newark, DE (USA).
- Farmaki, V., Kilaovdatos, N., & Verikios, P. 2005. Introduction to algebraic thinking: Connecting the concepts of linear function and linear equation. *Scientia paedagogica experimentalis* 42(2), 231-253.
- George Bookera, Will Windsor. 2010. *Developing Algebraic Thinking: using problem-solving to build from number and geometry in the primary school to the ideas that underpin algebra in high school and beyond*. International Conference on Mathematics Education Research 2010 (ICMER 2010).
- Heinz Steinbring. 2009. *Basic Characteristics of Algebraic Thinking: Signs as Descriptors vs. Signs as Creators* A reaction to the Plenary talk by Luis Radford: *Signs, Gestures, Meanings: Algebraic Thinking from a Cultural Semiotic Perspective*. Proceedings of CERME 6, January 28th-February 1st 2009, Lyon France © INRP 2010
- Herbert, K., & Brown, R. H. 1997. *Patterns as tools for algebraic reasoning*. *Teaching Children Mathematics*, 3, 340-344.
- Herstein, I. N. 1964. *Topics in Algebra*, "An algebraic system can be described as a set of objects together with some operations for combining them". Ginn and Company.
- Cai, J., Lew, H. C., Morris, A., Moyer, J. C., Ng, S. F., & Schmittau, J. 2005. The development of students' algebraic thinking in earlier grades. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 37(1), 5-15.
- Jones, M. 2011. *Exploring algebraic thinking in post – 16 mathematics: The Interpretations of Letters*. In Smith, C. (Ed). Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics. 31(3). UK: BSRLM. 89–94.
- Kieran, C. 2004. *Algebraic thinking in the early grades: What is it?* The Mathematics Educator, 8(1), 139-151.
- Kieran, C., & Chalouh, L. 1993. *Prealgebra: the transition from arithmetic to algebra*. In Douglas T. Owens (Ed.), *Research ideas for the classroom: Middle grades mathematics* (pp. 178- 192). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Kriegler, S., Gamelin, T., Goldstein, M., & Chan, H. H. 2007. *Introduction to algebra*. Los Angeles, CA: Center for.
- Kriegler, S. 2007. *Just What Is Algebraic Thinking. Introduction to algebra*. Centre for Mathematics and Teaching Press. Los Angeles, CA. Retrieved on June 6, 2011 from <http://introtoalg.org/downloads/articles-01-kriegler.pdf>

- Kamol, N. & Har, Y. B. 2011. *Upper Primary School Students' Algebraic Thinking*. Fremantle: MERGA.
- National Council of Teachers of Mathematics. 2000. *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: Author
- Pedoman Akademik Universitas Pancasakti Tegal* 2016.
- Pournara, C., Sanders, Y., Adler, J., & Hodgen, J. 2016. Learners' errors in secondary algebra: insights from tracking a cohort from Grade 9 to Grade 11 on a diagnostic algebra test. *Pythagoras* 37(1), 1-10.
- Radford, L. 2006. Algebraic thinking and generalization of Pattern: A semiotic Perspective. *Proceedings of Twenty Eighth Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychologi of Mathematic Education*
- Sugiyono. 2016. *Metode penelitian Kombinasi (Mixed Methode)*. Bandung: ALFABETA
- Windsor. *Algebraic Thinking- More to Do with Why, Than X and Y*. Lecturer Mathematics Education, Faculty of Education, Griffith University, Mt. Gravatt Campus, Brisbane, Queensland, Australia.
- Xin, Y. P., Jitendra, A. K., & Deatline-Buchman, A. 2005. Effects of mathematical word Problem—Solving instruction on middle school students with learning problems. *The Journal of Special Education* 39(3), 181-192.