
**IDENTIFIKASI KESALAHAN SISWA KELAS X PADA EVALUASI
MATERI SIFAT-SIFAT BILANGAN BERPANGKAT DENGAN
PANGKAT BILANGAN BULAT DI SMA MUHAMMADIYAH 2
YOGYAKARTA**

Kholida Agustin¹ dan Yulia Linguistika²

^{1,2}Mahasiswa Pendidikan Matematika
Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY
¹*akholida@yahoo.com* , ²*lingwyz@yahoo.co.id*

Abstrak

Salah satu tahapan dari kegiatan Praktik Pengalaman Lapangan adalah melaksanakan evaluasi pembelajaran. Evaluasi pembelajaran merupakan salah satu alat untuk mengukur sejauh mana kemampuan siswa dalam memahami materi yang dipelajari. Evaluasi materi sifat-sifat bilangan berpangkat dengan pangkat bilangan bulat (meliputi pangkat bilangan bulat positif, pangkat bilangan bulat negatif dan pangkat nol) di kelas X SMA Muhammadiyah 2 Yogyakarta dilakukan dengan instrumen tes uraian. Pemilihan tes uraian ini diharapkan dapat menunjukkan letak kesulitan atau kesalahan yang dilakukan siswa dalam mengerjakan tes.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kesalahan siswa kelas X pada evaluasi materi sifat-sifat bilangan berpangkat dengan pangkat bilangan bulat di SMA Muhammadiyah 2 Yogyakarta. Penelitian dimulai dengan pembuatan instrumen tes sesuai dengan indikator yang telah ditentukan. Langkah selanjutnya adalah pembuatan kunci jawaban beserta rubrik penskorannya. Instrumen tes tersebut kemudian diajukan kepada guru pembimbing untuk memperoleh saran. Setelah instrumen direvisi, kemudian dilaksanakan evaluasi di kelas. Selanjutnya praktikan mengoreksi hasil evaluasi dan mengidentifikasi kesalahan siswa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada beberapa kesalahan yang dilakukan oleh siswa kelas X pada evaluasi bilangan berpangkat dengan pangkat bilangan bulat. Identifikasi tersebut kemudian diikuti dengan proses refleksi baik dari pihak mahasiswa praktikan, guru, maupun siswa agar dapat menjadi bahan perbaikan untuk pembelajaran yang akan datang.

Kata kunci : identifikasi, evaluasi, kesalahan siswa, bilangan berpangkat

PENDAHULUAN

Universitas Negeri Yogyakarta merupakan salah satu lembaga perguruan tinggi yang mempunyai tujuan menyiapkan tenaga kependidikan yang professional. Salah satu cara yang digunakan untuk mencapai tujuan tersebut adalah dengan adanya Praktik Pengalaman Lapangan (PPL). PPL melatih dan memberikan pengalaman pembelajaran langsung kepada mahasiswa di masyarakat pendidikan. PPL merupakan sarana yang bermanfaat bagi mahasiswa untuk mendapatkan pengalaman dalam proses pendidikan di sekolah beserta permasalahan-permasalahan yang ada di dalamnya.

Sesuai dengan visi PPL itu sendiri yaitu sebagai wahana pembentukan calon guru atau tenaga kependidikan yang professional, PPL diharapkan dapat menjadi bekal bagi mahasiswa sebagai wahana pemebentukan tenaga kependidikan professional yang siap memasuki dunia pendidikan, mempersiapkan dan menghasilkan tenaga kependidikan atau calon guru yang memiliki nilai, sikap, pengetahuan dan ketrampilan profesional. Oleh karena itu, PPL merupakan mata kuliah wajib yang harus ditempuh oleh mahasiswa kependidikan di Universitas Negeri Yogyakarta.

Dalam hal ini, penulis melaksanakan program PPL di SMA Muhammadiyah 2 Yogyakarta. SMA Muhammadiyah 2 Yogyakarta merupakan salah satu sekolah menengah atas yang berlokasi di Jalan Kapas No. 7 Kotamadya Yogyakarta. Pelaksanaan PPL berlangsung pada bulan Juli-September 2012.

PPL bertujuan antara lain memberi kesempatan kepada mahasiswa untuk mengenal, mempelajari, dan menghayati permasalahan sekolah atau lembaga, baik yang terkait dengan proses pembelajaran maupun kegiatan manajerial kelembagaan. Oleh karena itu, terdapat beberapa program PPL yang dilaksanakan di SMA Muhammadiyah 2 Yogyakarta antara lain persiapan mengajar, praktik pengajaran di kelas dan evaluasi. Persiapan mengajar yang dilakukan meliputi pembuatan silabus, RPP dan persiapan media yang akan digunakan.

Kelas yang diampu adalah kelas X. Materi yang diajarkan disesuaikan dengan rencana awal guru matematika SMA Muhammadiyah 2 Yogyakarta yaitu sifat-sifat bilangan berpangkat dengan pangkat bilangan bulat positif, bilangan bulat negatif dan pangkat nol. Sedangkan kegiatan praktik pengajaran di kelas disesuaikan dengan RPP yang telah dibuat dengan bantuan handout. Untuk mempelajari materi ini, diharapkan siswa telah menguasai dasar-dasar penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian bilangan real.

Setelah dua kali pertemuan, diadakan evaluasi. Evaluasi digunakan untuk mengetahui sejauh mana pemahaman siswa tentang materi yang sudah diberikan. Instrumen evaluasi yang digunakan adalah tes essay dengan harapan akan lebih mudah mengetahui letak kesalahan atau ketidakpahaman siswa.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa masih banyak terdapat kesalahan yang dibuat siswa antara lain kesalahan menangkap konsep, kesalahan menerapkan rumus serta kesalahan saat menghitung. Oleh karena itu, materi ini dapat dikategorikan sebagai materi yang sulit. Hal ini diperkuat dengan penelitian lain yang dilakukan oleh Anis Mahmuda (um.ac.id: 2011) yang menyimpulkan bahwa materi ini tergolong materi yang sulit karena ditemukan banyak siswa yang melakukan kesalahan dalam menyelesaikan soal yang diberikan. Bahkan banyak siswa yang melakukan remidi sampai beberapa kali setelah diadakan ulangan di akhir penyampaian materi ini.

Oleh karena itu, dalam rangka meningkatkan hasil belajar siswa, diperlukan studi lebih lanjut mengenai kesalahan apa saja yang dibuat siswa. Untuk memecahkan masalah tersebut, penulis mengambil judul “Identifikasi Kesalahan Siswa Kelas X pada Evaluasi Materi Sifat-Sifat Bilangan Berpangkat dengan Pangkat Bilangan Bulat di SMA Muhammadiyah 2 Yogyakarta”. Penelitian ini bertujuan agar guru dapat mengidentifikasi hal-hal yang memerlukan perhatian khusus sehingga kesalahan yang sama tidak terulang dan hasil belajar siswa dapat meningkat.

PEMBAHASAN

1. Materi Bilangan Berpangkat Untuk Siswa SMA Kelas X

Berdasarkan analisis kurikulum dalam Peraturan Menteri nomor 22 tahun 2006 mengenai standar isi, materi bilangan berpangkat untuk siswa SMA kelas X adalah sebagai berikut :

a. Standar Kompetensi

Memecahkan masalah yang berkaitan dengan bentuk pangkat, akar, dan logaritma

b. Kompetensi Dasar

Menggunakan aturan pangkat, akar, dan logaritma

Dari standar kompetensi dan kompetensi dasar di atas, maka dapat disusun indikator dan tujuan pembelajaran sebagai berikut:

a. Indikator

- 1) Menentukan bentuk sederhana suatu bilangan berpangkat
- 2) Mengubah bentuk pangkat negatif ke pangkat positif dan sebaliknya
- 3) Melakukan operasi aljabar pada bentukpangkat, meliputi operasi penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian.

b. Tujuan Pembelajaran

- 1) Siswa dapat menentukan bentuk sederhana dari suatu bilangan berpangkat
- 2) Siswa dapat mengubah bilangan berpangkat negatif ke pangkat positif dan sebaliknya
- 3) Siswa dapat melakukan operasi aljabar pada bentuk pangkat. meliputi operasi penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian

Sifat-sifat bilangan berpangkat yang dipelajari antara lain:

- a. $a^m \times a^n = a^{m+n}$
- b. $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$
- c. $(a^m)^n = a^{mn}$
- d. $(a \times b)^n = a^n \times b^n$
- e. $\left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n}$
- f. $\frac{1}{a^n} = a^{-n}$
- g. $a^0 = 1$, kecuali $a = 0$

2. Evaluasi Belajar

Dalam dunia pendidikan, evaluasi memegang peranan penting. Dengan evaluasilah para pengambil keputusan dapat menentukan putusannya dengan tepat.

Namun, orang kadang-kadang belum begitu paham dengan makna evaluasi. Evaluasi yang berasal dari kata *evaluation* itu sering dianggap sama dengan *measurement* yang berarti pengukuran. Pengukuran pada dasarnya hanyalah merupakan suatu langkah untuk melakukan evaluasi, yaitu membandingkan sesuatu dengan satu ukuran. Pada umumnya, pengukuran itu bersifat kuantitatif. Jika seseorang melakukan evaluasi, berarti orang tersebut melakukan pengukuran dan penilaian sekaligus. Biasanya, hasil evaluasi yang baik didasarkan pada data kuantitatif, yang derajat perbedaannya lebih nyata atau jelas. (Suharsimi Arikunto, 2010: 3)

Di dalam proses belajar mengajar, evaluasi dapat dilakukan dengan baik jika didasarkan pada hasil pengukuran yang cermat. Apabila pengukuran itu tidak baik, maka hasil evaluasi itu juga kurang baik. Hasil evaluasi yang tidak baik tidak akan mampu mengukur sesuatu yang diukur tersebut dengan sebenar-benarnya. Evaluasi belajar dapat dijadikan sebagai masukan, baik bagi guru maupun siswa. Bagi guru, evaluasi belajar dapat digunakan untuk melihat sejauh mana kinerja yang telah dilakukan, sedangkan bagi siswa dapat untuk mengetahui sejauh mana kemampuan yang telah dicapai sebenarnya. Akan tetapi, memang banyak permasalahan yang ikut menentukan hasil evaluasi belajar itu, baik dari segi guru, siswa, metode, sarana, kurikulum, maupun lingkungan belajar dan masih banyak lagi. (Suyanto dkk, 2000: 97-98).

Sebuah tes yang dapat dikatakan baik sebagai alat pengukur harus memenuhi persyaratan tes yaitu memiliki validitas dan reliabilitas. Suharsimi (2010: 58-59) menyatakan bahwa sebuah tes disebut valid apabila tes itu dapat mengukur apa yang hendak diukur secara tepat dan sebuah tes dikatakan reliabel jika memberikan hasil yang tetap apabila diteskan berkali-kali.

3. Metode Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian terdiri atas beberapa langkah, antara lain:

a. Pembuatan Instrumen Tes

Instrumen tes dibuat sesuai dengan indikator yang telah ditentukan. Evaluasi materi sifat-sifat bilangan berpangkat dengan pangkat bilangan bulat (meliputi pangkat bilangan bulat positif, pangkat bilangan bulat negatif dan pangkat nol) di kelas X SMA Muhammadiyah 2 Yogyakarta dilakukan dengan instrumen tes uraian. Pemilihan tes uraian ini diharapkan dapat menunjukkan letak kesulitan atau kesalahan yang dilakukan siswa dalam mengerjakan tes.

b. Pembuatan Kunci Jawaban dan Rubrik Penskoran

Pembuatan rubrik penskoran didasarkan atas distribusi soal dan tingkat kesulitan soal.

c. Validasi Soal Evaluasi oleh Guru Pembimbing

Instrumen tes tersebut kemudian diajukan kepada guru pembimbing untuk memperoleh saran. Saran yang didapatkan dari guru pembimbing kemudian digunakan untuk merevisi soal ulangan.

d. Pelaksanaan Evaluasi

Pelaksanaan dilaksanakan pada hari Senin, 10 September 2012 untuk kelas XA (jam ke 3-4) dan XB (jam 5-6), serta hari Selasa, 11 September 2012 untuk kelas XD (jam ke1-2).

e. Analisis Hasil Evaluasi

Selanjutnya praktikan mengoreksi hasil evaluasi dan mengidentifikasi kesalahan siswa.

Analisis yang dilakukan antara lain:

1) Uji Validitas Instrumen

Analisis yang digunakan untuk mengetahui validitas instrumen adalah korelasi *product moment* dari Pearson yaitu :

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(N \sum X^2 - (\sum X)^2)(N \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Keterangan :

r_{xy} =koefisien korelasi X dan Y

X=skor butir soal

Y=skor total

N=jumlah subjek

Kriteria keputusan butir soal valid jika $r_{hit} > r_{tabel} (0,95;n)$. (Suharsimi Arikunto, 2010: 72)

2) Uji Reliabilitas Instrumen

Uji reliabilitas instrumen digunakan rumus Koefisien Alpha (Reynolds, *et. al.* 2010: 103) yaitu :

$$Coefficient\ alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(\frac{1 - \sum SDi^2}{SD^2} \right)$$

Keterangan :

k = jumlah item

SDi^2 = variansi skor butir soal

SD^2 = variansi skor total

Kriteria keputusan hasil uji reliabilitas jika $r_{hit} > r_{tabel} (0,95;n)$. Untuk mengetahui kriteria hasil uji reliabilitas dipakai pedoman sebagai berikut :

$0,8 \leq r_{11} < 1,0$ reliabilitas sangat tinggi

$0,6 \leq r_{11} < 0,8$ reliabilitas tinggi

$0,4 \leq r_{11} < 0,6$ reliabilitas sedang

$0,2 \leq r_{11} < 0,4$ reliabilitas cukup

$0,0 \leq r_{11} < 0,2$ reliabilitas rendah

3) Uji Tingkat Kesulitan

Soal yang baik adalah soal yang tidak terlalu mudah dan tidak terlalu sulit. Soal yang terlalu mudah akan membuat siswa tidak tertantang untuk berpikir lebih dalam, sedangkan soal yang terlalu sulit akan membuat siswa putus asa dan tidak bersemangat dalam mengerjakannya.

Tingkat kesulitan soal dapat ditunjukkan dengan indeks kesukaran/kesulitan. Besarnya indeks kesulitan berkisar antara 0 dan 1. Soal yang sangat mudah bernilai indeks 1 dan soal yang sangat sulit bernilai indeks 0.

Indeks kesulitan ditandai dengan P dimana nilai P dapat diperoleh dengan rumus

$$P = \frac{B}{JS}$$

Keterangan:

P = indeks kesulitan

B = banyaknya siswa yang menjawab soal dengan benar

JS = jumlah seluruh siswa peserta tes (Suharsimi Arikunto, 2010: 208)

Indeks kesulitan diklasifikasikan sebagai berikut:

- a) $0,00 < P < 0,30$ adalah soal sukar
- b) $0,30 < P < 0,70$ adalah soal sedang
- c) $0,70 < P < 1,00$ adalah soal mudah

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

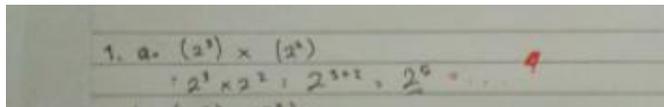
a. Identifikasi Kesalahan Siswa

- 1) Soal nomor 1 bertujuan untuk mengetahui pemahaman siswa mengenai operasi atau sifat-sifat bilangan berpangkat serta ketrampilan siswa dalam menghitung.

Soal A	Soal B
Hitunglah! a. $(2^3) \times (2^2)$ b. $(2^3) + (2^2)$ a. $(-\frac{1}{27})^3 \times (\frac{1}{9}) \times 3^8$	Hitunglah! a. $(3^2) \times (3^2)$ b. $(3^2) + (3^2)$ c. $(\frac{1}{27})^3 \times (-\frac{1}{9}) \times (-3)^8$

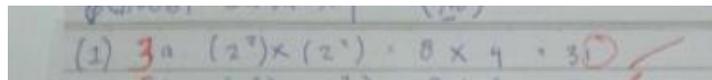
Beberapa kesalahan yang dilakukan siswa pada soal adalah sebagai berikut:

- a) Beberapa siswa tidak melakukan perhitungan hingga akhir seperti

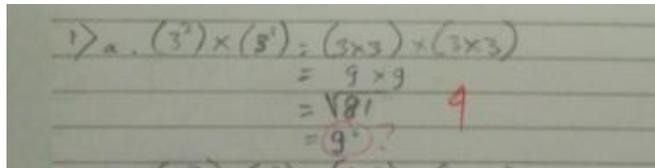


- b) Siswa melakukan kesalahan dalam perhitungan perkalian

(1)

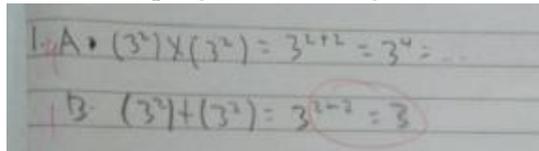


(2)

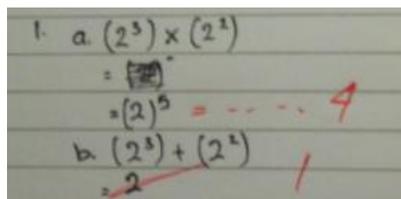


- c) Siswa menganggap bahwa jika operasi yang diberikan adalah perkalian, maka pangkat dari bilangan tersebut dijumlahkan, jika yang diberikan adalah penjumlahan maka pangkat dari bilangan tersebut dikurangkan

(1)



(2)



- d) Siswa mengangagap bahwa jika operasi yang diberikan perkalian maka pangkat dari bilangan yang diberikan juga dikalikan, sedangkan jika operasi yang diberikan adalah penjumlahan, maka pangkat dari bilangan yang diberikan juga ditambahkan, seperti pada

1. a. $(2^2) \times (2^2) = 2^{2+2} = 2^4$
 $\cdot 2 = 2^{1+1}$
 $\cdot 2 = 2^2 = 4$
 b. $(2^2) + (2^2) = 8 + 4 = 12$
 $\cdot 2 = 2^{1+1}$
 $\cdot 2 = 2^2 = 4$

- e) Siswa memahami bahwa jika operasi yang diberikan adalah perkalian, maka pangkat dari bilangan tersebut dijumlahkan. Jika yang diberikan adalah operasi penjumlahan maka pangkat dari bilangan yang diberikan dikalikan.

1. a. $(3^2) \times (3^2) = 3^{(2+2)}$
 $= 3^4 = 81$
 b. $(3^2) + (3^2) = 3^2 \times 3^2$
 $= 3^{(2 \times 2)} = 3^4 = 81$

- f) Siswa juga melakukan kekeliruan dalam mengoperasikan basisnya. Siswa melakukan operasi yang sama pada pasangan basis yang diberikan.

(1)

1. a. $(2^3) \times (2^2) = 4^{3+2}$
 $= 4^5 = 1024$
 b. $(2^3) + (2^2) = 4^{3+2}$
 $= 4^5 = 1024$

(2)

a. $(3^2) \times (3^2) = 9^4$
 $= 6561$

(3)

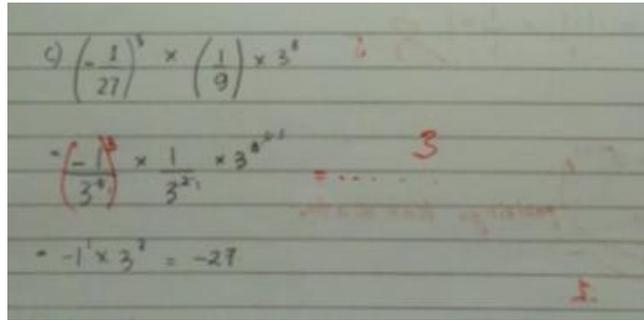
a. $(3^2) \times (3^2) = 5 = 5^1$
 b. $(3^2) + (3^2) = 3^2 + 3^2 = 6^2$

- g) Siswa melakukan kekeliruan dalam mengubah soal menjadi bentuk lain yang memiliki pangkat yang berbeda

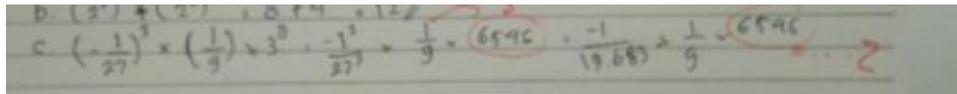
(1)

a. $(\frac{1}{3})^2 + (-\frac{1}{3}) = (-2)^2 \cdot (\frac{1}{9})^2 + (-\frac{1}{3}) \cdot (\frac{1}{3})^2$

(2)



h) Siswa melakukan kesalahan pada perhitungan



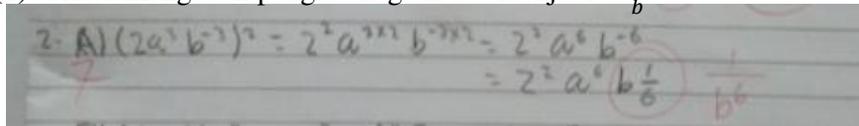
2) Soal nomor 2 bertujuan untuk mengetahui kemampuan siswa dalam mengubah pangkat suatu bilangan menjadi pangkat positif

Soal A	Soal B
Nyatakan dalam bentuk bilangan berpangkat positif!	Nyatakan dalam bentuk bilangan berpangkat positif!
a. $(3a^2b^{-2})^3$	a. $(2a^3b^{-3})^2$
b. $(6a^5)^{-2}$	b. $(5a^6)^{-2}$
c. $\frac{(x^2)^2}{y^{-2}} \times \frac{(y^2)^{-3}}{x^3}$	c. $\frac{(x^2)^2}{y^{-2}} \times \frac{(y^2)^{-3}}{x^3}$

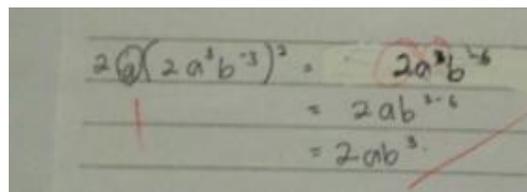
Berikut ini adalah kesalahan-kesalahan yang dilakukan siswa antara lain dalam mengerjakan soal nomor 2.

a) Beberapa siswa menyelesaikan soal 2.a dengan melakukan kesalahan antara lain:

(1) Siswa mengubah pangkat negatif a^{-b} menjadi $a \frac{1}{b}$

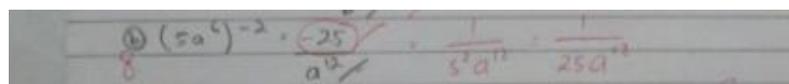


(2) Siswa melakukan kekeliruan pada sifat $(a^n)^m = a^{m \times n}$. Siswa juga mengoperasikan sifat-sifat bilangan berpangkat pada basis yang berbeda.



b) Beberapa siswa menyelesaikan soal 2.b dengan melakukan kesalahan antara lain:

(1) Kesalahan dalam menggunakan sifat bilangan berpangkat $(5)^{-2} = -25$



- (2) Kesalahan dalam melakukan perhitungan $(5)^{-2} = 10$

- c) Beberapa siswa menyelesaikan soal 2.c dengan melakukan kesalahan antara lain:

- (1) Siswa belum mengubah pangkat negatif menjadi positif

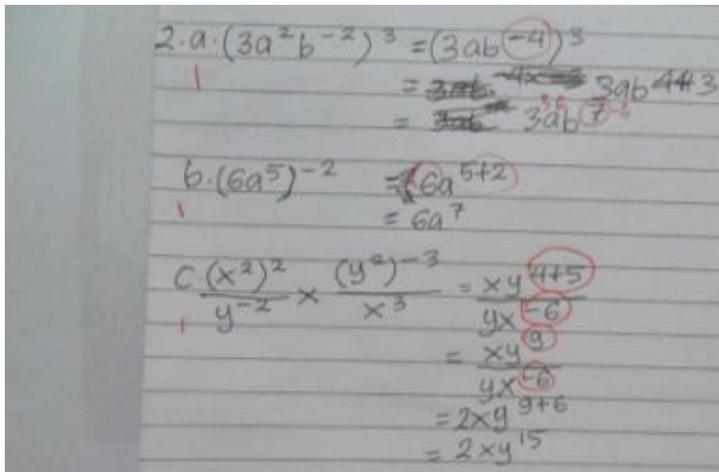
- (2) Siswa melakukan kesalahan hitung dan kesalahan dalam mengubah pangkat negatif a^{-b} menjadi $\frac{1}{a}b$

- (3) Kesalahan dalam mengubah bentuk pangkat positif menjadi negatif

- (4) Kesalahan dalam pengoperasian bilangan pecahan (hubungan pembagian dengan perkalian)

- (5) Siswa keliru dalam menggunakan sifat bilangan berpangkat serta menggunakan sifat bilangan berpangkat pada basis yang berbeda

- d) Terdapat siswa yang melakukan kesalahan baik pada nomor 2a, 2b, dan 2c. Kesalahan yang dibuat adalah ketidaktepatan dalam menggunakan sifat-sifat bilangan berpangkat.

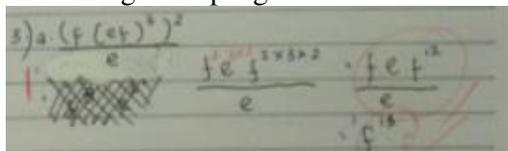


- 3) Soal nomor 3 bertujuan untuk mengetahui kemampuan siswa dalam menyederhanakan bentuk bilangan berpangkat.

Soal A	Soal B
Tuliskan dalam bentuk paling sederhana!	Tuliskan dalam bentuk paling sederhana!
b. $\frac{(e(e f)^2)^3}{f}$	a. $\frac{(f(e f)^3)^2}{e}$
c. $\frac{4a^6 b^2 \cdot 2ac^3}{6ab^2}$	b. $\frac{3s^4 r^3 \cdot 2s^5 t^2}{8sr^3}$
d. $\left(\frac{x^7 y^4}{x}\right)^0$	c. $\left(\frac{m^5 n^7}{m}\right)^0$

Berikut ini adalah kesalahan-kesalahan yang dilakukan siswa saat menyelesaikan persoalan yang diberikan.

- a) Beberapa siswa menyelesaikan soal a dengan beberapa kesalahan antara lain:
- (1) Hanya satu variabel berpangkat yang dioperasikan dengan menggunakan sifat bilangan berpangkat



- (2) Pada langkah pertama, kesalahan siswa terletak pada variabel f yang telah dipangkatkan dua, kembali dipangkatkan dengan dua. Kemudian di langkah terakhir, siswa telah mengoperasikan pangkat variabel e dengan benar. Namun untuk variabel berpangkat f, bukan operasi penjumlahan eksponen yang digunakan, melainkan operasi perkalian eksponen.

$$\begin{aligned} 3) \frac{(f(ef)^2)^2}{8} &= \frac{(f^2(e^2 f^2))^2}{8} \\ &= \frac{f^4(e^4 f^4)}{8} \\ &= \frac{f^4 e^4 f^4}{8} \end{aligned}$$

- (3) Walaupun jawaban siswa kurang tepat pada langkah pertama, akan tetapi juga terdapat kesalahan yang dilakukan pada langkah setelahnya, yaitu siswa mengoperasikan penjumlahan eksponen menjadi perkalian eksponen pada basis yang sama.

$$\begin{aligned} 3) a) \frac{(c(ef)^2)^2}{F} &= \frac{(c^2(e^2 f^2))^2}{F} \\ &= \frac{c^4(e^4 f^4)}{F} \\ &= \frac{c^4 e^4 f^4}{F} = c^4 e^4 f^4 \end{aligned}$$

- b) Beberapa siswa menyelesaikan soal b dengan beberapa kesalahan antara lain:
 (1) Siswa tidak menyelesaikan soal sampai bentuk yang paling sederhana. Dengan kata lain, ada variabel berpangkat yang belum disederhanakan.

$$b) \frac{3c^4 r^2 \cdot 2c^2 b^2}{8sr^2} = \frac{6c^6 r^2 b^2}{8sr^2} = \frac{3c^6 r b^2}{4r^2}$$

- (2) Siswa menganggap bahwa sifat pembagian bilangan berpangkat juga berlaku pada operasi pembagian bilangan.

$$b) \frac{3c^4 r^2 \cdot 2c^2 b^2 \cdot 6c^2 r^2 e^2}{8sr^2} = \frac{12c^8 r^4 e^2}{8sr^2}$$

- c) Beberapa siswa menyelesaikan soal c dengan beberapa kesalahan antara lain:
 (1) Siswa menganggap bahwa $m^0 = m$

$$c) \left(\frac{m^2 n^3}{m}\right)^0 = \frac{m^{2 \cdot 0} n^{3 \cdot 0}}{m^0} = \frac{m^0 n^0}{m^0} = \frac{m n}{m}$$

- (2) Siswa menganggap bahwa $(m^n)^0 = m^n$, dan menjumlahkan pangkat pada bilangan berpangkat dengan basis yang berbeda.

$$c) \left(\frac{m^2 n^3}{m}\right)^0 = \frac{m^2 n^3}{m} = m^2 n^3$$

- 4) Soal nomor 4 bertujuan untuk mengetahui kemampuan siswa menyelesaikan permasalahan yang berbentuk variabel berpangkat dengan menggunakan sifat bilangan berpangkat.

Soal A	Soal B
Tulislah dalam bentuk paling sederhana!	Tulislah dalam bentuk paling sederhana!
a. $\frac{d^n \cdot d^{n+1}}{d^{n-1}}$	a. $\frac{b^{n-1} \cdot b^n}{b^{n+1}}$
b. $(a^m)^{m+1} : (a^{m-1})^m$	b. $(h^{m-1})^m : (h^m)^{m+1}$

Berikut ini adalah kesalahan-kesalahan yang dilakukan siswa saat menyelesaikan persoalan yang diberikan.

a) Beberapa siswa menyelesaikan soal a dengan beberapa kesalahan antara lain:

- (1) Siswa telah mengetahui operasi eksponen pada bilangan atau variabel dengan basis yang sama. Akan tetapi terdapat kesalahan dalam operasi eksponen bentuk aljabar.

Kesalahan 1:

$$a^2 \cdot a^2 = \frac{a^2 \cdot a^2}{1} = \frac{a^4}{1} = a^4$$

Kesalahan 2:

$$a^m \cdot a^{m+1} = a^{m+m+1} = a^{2m+1}$$

- (2) Mereduksi pangkat suatu bilangan yang memiliki basis dan angka eksponen yang sama, tanpa memperhatikan sifat eksponen yang telah dipelajari.

$$a^m \cdot a^m = a^m$$

- (3) Mencampuradukkan sifat penjumlahan eksponen dan sifat perkalian eksponen.

$$a^m \cdot a^{m+1} = a^{m+m+1} = a^{2m+1}$$

b) Beberapa siswa menyelesaikan soal b dengan beberapa kesalahan antara lain:

- (1) Siswa dapat mengoperasikan pangkat pada bilangan dengan basis yang sama. Namun ketelitian siswa yang belum baik menyebabkan siswa menjawab soal dengan kurang sempurna.

$$b \cdot (h^{m-1})^m = (h^m)^{m+1} = h^{m^2-1^m} = h^{m^2+m} = h^{-2m}$$

- (2) Kekurangtelitian siswa dalam mengoperasikan eksponen dalam bentuk aljabar.

Kesalahan 1:

$$b) (a^m)^{m+1} = (a^{m-1})^m = a^{m^2+m} = a^{m^2+m} = a^{(m+1)-(m-1)} = a^2$$

Kesalahan 2:

$$b) (a^m)^{m+1} = (a^m)^m = a^{m^2+m} = a^{m^2+m} = a^{m^2+m}$$

- (3) Mencampuradukkan sifat penjumlahan eksponen dan sifat perkalian eksponen.

$$(a^m)^{m+1} = (a^{m+1})^m$$

$$= a^{2m+1} \cdot a^{1m-1}$$

$$= a^{m-2}$$

5) Soal nomor 5 bertujuan untuk mengetahui pemahaman siswa terkait perpangkatan dan kemampuan siswa menunjukkan alasan secara matematis.

Soal A	Soal B
Apakah nilai $(-1^3)^2 = -(1^3)^2$? Jelaskan alasanmu!	

Berikut ini adalah kesalahan-kesalahan yang dilakukan siswa saat menyelesaikan persoalan yang diberikan.

a) Kekurangtelitian siswa dalam menghitung hasil perkalian berulang pada bilangan berpangkat.

5. Alasan = $(-1^3)^2 = (-1^3) \cdot (-1^3) = -1^6$ Hasilnya Sama
 $-(1^3)^2 = -(1^3) \cdot -(1^3) = -1^6$
 Jawab: Sama

b) Memiliki jawaban yang benar, namun alasan yang diungkapkan memberikan makna yang berbeda dengan jawaban.

5. $(-1^3)^2 = (-1)^6 = 1$
 Tanda, karena $(-1)^2$ memiliki tanda positif $-1^2 = 1$ karena kuadrat negatif dan dua kuadrat dari 1 adalah sehingga menjadi $-1^2 = 1$.

c) Kurang memahami hakikat perkalian berulang dari bilangan bulat positif maupun negatif.

5. $(-1^3)^2 = (-1)^2 = 1$
 $-1 \times -1 = 1$ maka $1 \times 1 \times 1 = (1)^2 = 1$
 $= 1^2 = 1$
 Jadi hasilnya beda karena ya nilai sama!

b. Hasil Analisis dan Pembahasan

1) Analisis Validitas, Reliabilitas, dan Tingkat Kesulitan Kelas X-A

	Indeks	Kategori
Koefisien Reliabilitas	0.70912	Tinggi

No. Butir	Tingkat Kesulitan		Validitas	
	Indeks	Makna	Indeks	Makna
1A	0.88235294	Mudah	0.470463	Cukup
1B	0.73529412	Mudah	0.313659	Rendah
1C	0.15588235	Sulit	0.113777	Sangat rendah
2A	0.70882353	Mudah	0.57269	Cukup
2B	0.73823529	Mudah	0.603443	Tinggi

2C	0.59117647	Sedang	0.545474	Cukup
3A	0.37352941	Sedang	0.542758	Cukup
3B	0.6	Sedang	0.623991	Tinggi
3C	0.84117647	Mudah	0.563108	Cukup
4A	0.33529412	Sedang	0.623825	Tinggi
4B	0.27352941	Sulit	0.324437	Rendah
5	0.4	Sedang	0.504404	Cukup

Dari hasil analisis yang dilakukan di kelas X-A, diperoleh bahwa instrumen ini ber reliabilitas tinggi. Butir soal nomor 1a, 1b, 2a, 2b dan 3c merupakan soal yang mudah. Butir soal nomor 2c, 3a dan 5 merupakan soal yang mempunyai tingkat kesulitan sedang, sedangkan butir soal nomor 1c dan soal nomor 4b merupakan butir soal yang sulit. Validitas tinggi diperoleh butir soal 2b, 3b dan 4a.

2) Analisis Validitas, Reliabilitas, dan Tingkat Kesulitan Kelas X-B

	Indeks	Kategori
Koefisien Reliabilitas	0.696023	Tinggi

No. Butir	Tingkat Kesulitan		Validitas	
	Indeks	Makna	Indeks	Makna
1A	0.9588235	Mudah	-0.18614	Rendah
1B	0.9529412	Mudah	-0.06403	Rendah
1C	0.1852941	Sulit	0.290339	Rendah
2A	0.5617647	Sedang	0.767708	Tinggi
2B	0.5382353	Sedang	0.795153	Tinggi
2C	0.4882353	Sedang	0.703555	Tinggi
3A	0.4058824	Sedang	0.639719	Tinggi
3B	0.6176471	Sedang	0.478543	Cukup
3C	0.6470588	Sedang	0.363824	Rendah
4A	0.3705882	Sedang	0.483122	Cukup
4B	0.2117647	Sulit	0.329605	Rendah
5	0.4294118	Sedang	0.401514	Cukup

Hasil analisis pada kelas X-B menunjukkan bahwa soal yang diberikan ber reliabilitas tinggi. Hampir semua soal memiliki tingkat kesulitan sedang kecuali nomor 1a dan 1b yang tergolong mudah dan soal 1c dan 4b yang tergolong sulit. Validitas tinggi diperoleh soal 2a, 2b, 2c dan 3a.

3) Analisis Validitas, Reliabilitas, dan Tingkat Kesulitan Kelas X-D

	Indeks	Kategori
Koefisien Reliabilitas	0.916769	sangat tinggi

No. Butir	Tingkat Kesulitan		Validitas	
	Indeks	Makna	Indeks	Makna
1A	0.9454545	Mudah	0.43722	Cukup
1B	0.830303	Mudah	0.669337	Tinggi
1C	0.6151515	Sedang	0.850175	Sangat Tinggi
2A	0.8272727	Mudah	0.716822	Tinggi
2B	0.7636364	Mudah	0.796334	Tinggi
2C	0.6787879	Sedang	0.586497	Cukup
3A	0.6727273	Sedang	0.633119	Tinggi
3B	0.7909091	Mudah	0.839929	Sangat Tinggi
3C	0.8242424	Mudah	0.47183	Cukup
4A	0.4151515	Sedang	0.6922	Tinggi
4B	0.4393939	Sedang	0.70357	Tinggi
5	0.3636364	Sedang	0.563908	Cukup

Hasil analisis pada kelas X-D menunjukkan bahwa untuk butir soal 1a, 1b, 2a, 2b, 3b, 3c merupakan soal yang mudah. Butir soal lainnya merupakan soal yang memiliki tingkat kesulitan sedang.

Validitas butir yang diperoleh hampir semuanya tinggi dan sangat tinggi ketika soal ini diberikan pada kelas X-D, hanya pada soal 1a, 2c, 3c dan 5 yang memiliki validitas cukup. Soal-soal ini berkeandalan tinggi ketika dianalisis pada kelas X-D.

c. Refleksi

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa ada beberapa kesalahan yang dilakukan oleh siswa kelas X pada evaluasi bilangan berpangkat dengan pangkat bilangan bulat. Identifikasi tersebut kemudian diikuti dengan proses refleksi baik dari pihak mahasiswa praktikan, guru, maupun siswa agar dapat menjadi bahan perbaikan untuk pembelajaran yang akan datang. Teridentifikasi kesalahan siswa kelas X SMA Muhammadiyah 2 Yogyakarta dalam evaluasi bilangan berpangkat dengan pangkat bilangan bulat, direfleksikan sebagai berikut:

1) Guru atau mahasiswa praktikan

Mahasiswa praktikan membelajarkan materi sifat-sifat bilangan berpangkat pada siswa dengan metode yang bervariasi. Berangkat dari pengertian bilangan berpangkat itu sendiri, kemudian siswa dibimbing untuk menemukan sifat-sifat bilangan berpangkat. Setelah sifat-sifat bilangan berpangkat tersebut diketahui, dilanjutkan dengan latihan soal-soal terkait sifat bilangan berpangkat dengan variasi soal yang mudah, sedang, dan sukar.

Penyusunan instrumen evaluasi dimaksudkan untuk dapat mengukur dan menilai sejauh mana pemahaman siswa terhadap materi yang mereka pelajari. Dalam soal tertentu dimaksudkan untuk menguji pemahaman siswa tentang operasi pada bilangan berpangkat. Instrumen evaluasi perlu diperbaiki di bagian tertentu agar dapat lebih merepresentasikan subjek yang diukur dengan lebih akurat.

2) Siswa

Selama berlangsungnya proses belajar mengajar, hal yang paling mempengaruhi mampu tidaknya siswa dalam mengkonstruksi pengetahuannya adalah perhatian dan konsentrasi siswa itu sendiri. Pembelajaran tidak akan maksimal apabila siswa tidak fokus, walaupun kondisi lingkungan telah kondusif.

Di sisi lain, daya tangkap siswa yang heterogen juga memberikan kondisi dimana guru harus dapat memfasilitasi siswa sesuai dengan kemampuan berpikirnya.

3) Materi bilangan berpangkat

Bilangan berpangkat telah dipelajari siswa sejak sekolah dasar, walaupun bilangan yang digunakan masih sederhana. Pada jenjang sekolah menengah pertama pun bilangan berpangkat telah sering diulas, baik itu di mata pelajaran matematika maupun di mata pelajaran lain.

Materi prasyarat yang harus dikuasai siswa sebelum mempelajari sifat-sifat bilangan berpangkat adalah dasar-dasar penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian bilangan real serta hakekat bilangan berpangkat.

KESIMPULAN

Materi sifat-sifat bilangan berpangkat tergolong materi yang sulit karena telah teridentifikasi banyak siswa yang melakukan kesalahan dalam menyelesaikan soal yang diberikan. Identifikasi tersebut kemudian diikuti dengan proses refleksi baik dari pihak mahasiswa praktikan, guru, maupun siswa agar dapat menjadi bahan perbaikan untuk pembelajaran yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anis Mahmuda. 2011. *Diagnosis Kesalahan Siswa Menyelesaikan Soal Bentuk Pangkat, Akar, dan Logaritma*. [online]. Tersedia: <http://karya-ilmiah.um.ac.id/index.php/matematika/article/view/16041>. [24 Oktober 2012].
- Reynoldss, Cecil R, *et. al.* 2010. *Measurement and Assessment in Education*. New Jersey: Pearson Education Inc.
- Suharsimi Arikunto. (2010). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Suyanto dan Djihad Hisyam. (2000). *Refleksi dan Reformasi Pendidikan di Indonesia Memasuki Millenium III*. Yogyakarta: Adicita Karya Nusa.