

MODUL AJAR MATEMATIKA

Bagian I. Identitas dan Informasi mengenai Modul

Kode Modul Ajar	MAT.E
Kode ATP Acuan	ARF (ARIS FERIYANTO)
Nama Penyusun/Institusi/Tahun	Februl Defila, S.Pd./SMAN 3 Sumatera Barat/2022
Jenjang Sekolah	SMA
Fase/Kelas	E/10
Domain/Topik	Bilangan/Bilangan Berpangkat
Kata Kunci	
Pengetahuan/Keterampilan Prasyarat	Perkalian
Alokasi waktu (menit)	540 menit
Jumlah Pertemuan (JP)	12
Moda Pembelajaran	Tatap Muka (TM)
Metode Pembelajaran	Discovery Learning
Sarana Prasarana	LAS (Lembar Aktivitas Siswa)
Target Peserta Didik	Reguler
Karakteristik Peserta Didik	
Daftar Pustaka	Budhi, W. S. (2010). <i>Matematika 1 Persiapan OSN</i> . Jakarta: CV Zamrud Kemala.
Referensi Lain	https://www.youtube.com/watch?v=puaePUixOoY

Gambaran Umum Modul (rasionalisasi, urutan materi pembelajaran, rencana asesmen):

Rasionalisasi:

Modul ajar ini membahas materi bilangan eksponen atau bilangan berpangkat

Urutan Materi Pembelajaran:

Pengertian eksponen
Sifat-sifat eksponen
Penerapan eksponen

Rencana Asesmen:

Tes tulis

Bagian II. Langkah-Langkah Pembelajaran

Topik	Bilangan Berpangkat
Tujuan Pembelajaran	<ol style="list-style-type: none">1. Menjelaskan keberkaitan suatu masalah kontekstual dengan bentuk eksponen2. Membuat kesimpulan tentang pengertian eksponen3. Menemukan sifat-sifat eksponen4. Menggunakan sifat-sifat eksponen dalam menentukan penyelesaian masalah
Pemahaman Bermakna	<ul style="list-style-type: none">• Pengertian eksponen• Sifat-sifat eksponen• Penerapan eksponen
Pertanyaan Pemantik	<ul style="list-style-type: none">• Dapatkan kalian menemukan sendiri apa yang dimaksud eksponen• Coba temukan sendiri sifat-sifat eksponen• Cobalah menyelesaikan soal-soal yang berkaitan dengan eksponen
Profil Pelajar Pancasila	<ul style="list-style-type: none">• Bernalar Kritis• Kreatif• Bergotong royong

Urutan Kegiatan Pembelajaran

1. Pertemuan 1 – 2(6 JP)

Materi Pokok: Pengertian Eksponen

Tujuan:

1. Menjelaskan keberkaitan suatu masalah kontekstual dengan bentuk eksponen
2. Membuat kesimpulan tentang pengertian eksponen

Model Pembelajaran: *Discovery Learning*

Langkah-langkah Pembelajaran:

a. Kegiatan Pendahuluan

- 1) Guru menjelaskan bahwa pengertian tentang eksponen dan sifat-sifatnya diperlukan untuk pembelajaran selanjutnya yaitu tentang persamaan dan pertidaksamaan eksponen

- 2) Guru menjelaskan akan melakukan penilaian selama pembelajaran dengan cara observasi atau secara tertulis dan dalam bentuk kinerja.
- 3) Peserta didik dibagi dalam kelompok yang yang beranggotakan tidak lebih dari 4 orang dengan memperhatikan penyebaran kemampuan matematika atau gender.

b. Kegiatan Inti

Stimulasi (Pemberian rangsangan)

- 1) Untuk memberi stimulasi (rangsangan), guru memberikan Lembar Aktivitas Siswa(LAS) Nomor dan peserta didik diminta mengamati dan mencermati masalah pada bagian kegiatan inti nomor 01 dan 02.
- 2) Siswa menyelesaikan LK 01 terlebih dahulu yaitu tentang pengertian bilangan berpangkat dan unsur-unsurnya.
- 3) Setelah itu diharapkan peserta didik mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang relevan atau diberikan pertanyaan pancingan, misalnya “Permasalahan apa yang diamati dan konsep apa yang digunakan untuk menyelesaikannya?” Jawabannya (disimpan oleh guru) permasalahan terkait pertumbuhan dan konsep yang digunakan adalah eksponen.

Problem Statement (Pernyataan/ Identifikasi Masalah)

- 4) Guru memberikan permasalahan (problem statement) untuk didiskusikan di setiap kelompok.
 - a) Jika satu lembar kertas tebalnya 1 mm, berapakah tebal atau tinggi kertas yang bertumpuk sebanyak 10.000 lembar?
 - b) Jika kertas setebal 1 mm itu, dilipat sekali, kemudian dilipat lagi, dan terus dilipat sampai 50 kali, bagaimana tebalnya dibandingkan dengan tinggi tumpukkan 10.000 kertas tadi dan berapa tepatnya tebal kertas yang dilipat 50 kali itu?
 - c) Diharapkan permasalahan point 3a. dapat segera dijawab benar dan untuk permasalahan point 3b. dijawab paling tidak sebagai jawaban dugaan.

Data Collection (Pengumpulan Data)

- 5) Untuk menyelesaikan masalah pada point 3b, Guru mengarahkan peserta didik untuk mencatat data (*data collection*), yaitu kondisi tebal kertas saat belum dilipat, saat dilipat sekali, saat dilipat kedua kalinya, dan seterusnya.

Data Processing (Pengolahan Data)

- 6) Jika diperlukan, Guru dapat membimbing peserta didik dalam pengolahan data (*data processing*) serta menentukan ekspresi aljabar atau model matematika dari permasalahan point 3b, yaitu setebal 2^{50} .

Verifikasi (Pembuktian)

- 7) Peserta didik memeriksa hasil perhitungannya. Tebal kertas pada masalah point 3a (*diharapkan* diperoleh dalam tempo yang singkat sejak persoalan ini dikemukakan), yaitu $10.000 \text{ mm} = 10 \text{ m}$. Tebal selebar kertas yang ukuran tebalnya 1 mm , setelah kertas itu dilipat 50 kali, tebalnya 2^{50} mm .
- 8) Dengan bantuan kalkulator peserta didik menghitung nilai 2^{50} . Hasilnya $2^{50} = 1.125.899.906.842.624 = 1,1259 \times 10^{15}$, sehingga diperoleh tebal kertas setelah kertas dilipat 50 kali, yaitu $2^{50} \text{ mm} = 1,12589 \times 10^{15} \text{ mm} = 1,12589 \times 10^9 \text{ km}$, ketebalan yang spektakuler dibandingkan dengan tebal tumpukan kertas walaupun kertas bertumpuk itu sebanyak 10.000 lembar.

Generalization (Menarik Kesimpulan)

- 9) Peserta didik per *kelompok* menyampaikan kesimpulan. Kesimpulan yang disampaikan diharapkan menyatakan bahwa permasalahan ini terkait dengan pertumbuhan. Tebal kertas yang dilipat sebanyak n kali adalah 2^n mm dengan $n \in \text{Bilangan Bulat tidak negatif}$.

Aktivitas kelas menyelesaikan soal-soal

- 10) Menyimak materi tentang bilangan berpangkat Bulat positif. Kemudian peserta didik menyelesaikan soal-soal Latihan 1 dan Guru memberi bimbingan.
- 11) Menyimak materi tentang bilangan berpangkat nol atau Bulat negatif. Kemudian peserta didik menyelesaikan soal-soal Latihan 2 dan Guru memberi bimbingan.

c. Penutup

- 1) Membuat simpulan dan refleksi terkait pembelajaran pada pertemuan ini.
- 2) Menetapkan PR, yaitu soal-soal yang belum selesai dibahas di kelas.
- 3) Menginformasikan materi pembelajaran berikutnya adalah sifat-sifat eksponen



2. Pertemuan 3– 4 (6 JP)

Materi Pokok : Sifat-Sifat Eksponen

Tujuan:

1. Menemukan sifat-sifat eksponen
2. Menggunakan sifat-sifat eksponen dalam menentukan penyelesaian masalah

Model Pembelajaran : *Discovery Learning*

Langkah-Langkah Pembelajaran:

Stimulasi (Pemberian rangsangan)

- 1) Untuk memberi stimulasi (rangsangan), guru memberikan Lembar Aktivitas Siswa(LAS) Nomor 03 dan peserta didik diminta untuk menunjukkan sifat-sifat eksponen.

Problem Statement (Pernyataan/ Identifikasi Masalah)

- 2) Guru memberikan permasalahan (problem statement) untuk didiskusikan di setiap kelompok.
 - a) Bagaimana menyederhanakan penulisan $2^3 \times 2^4 \times 2^5$?
 - b) Bagaimana menyederhanakan penulisan $\frac{(2^3 \times 2^2)^5}{2^{22}}$?
 - c) Diharapkan permasalahan point 3a. dapat segera dijawab benar dan untuk permasalahan point 3b. dijawab paling tidak sebagai jawaban dugaan.

Data Collection (Pengumpulan Data)

- 3) Guru mengarahkan peserta didik agar dalam pengisian pada nomor/baris yang sama mencatat/memperhatikan pola yang nampak.

Data Processing (Pengolahan Data)

- 4) Jika diperlukan, Guru dapat membimbing peserta didik dalam menentukan setiap sifat eksponen.

Verifikasi (Pembuktian)

- 5) Peserta didik memeriksa kebenaran sifat yang telah ditemukan untuk contoh-contoh kasus yang berbeda serta memeriksa kebenaran langkah-langkah dalam menetapkan sifat-sifat eksponen.

Generalization (Menarik Kesimpulan)

- 6) Peserta didik per kelompok menyampaikan kesimpulan tentang sifat-sifat yang berlaku pada eksponen.

Aktivitas kelas menyelesaikan soal-soal

- 7) Menyimak materi tentang sifat-sifat bilangan berpangkat Bulat. Kemudian peserta didik menyelesaikan soal-soal Latihan 3 dan Guru memberi bimbingan.

c. Penutup

- 1) Membuat simpulan dan refleksi terkait pembelajaran pada pertemuan ini.
- 2) Menetapkan PR, yaitu soal-soal yang belum selesai dibahas di kelas.
- 3) Menginformasikan materi pembelajaran berikutnya adalah tentang fungsi eksponen



Bagian III. Pengayaan dan Remedial (Diferensiasi)

Program Remedial : Pembelajaran ulang dan atau tutor sebaya

Materi Pengayaan : Persamaan Eksponen.



LAMPIRAN

LEMBAR AKTIVITAS SISWA (LAS)

LEMBAR AKTIVITAS SISWA

Nomor 01

Materi : Eksponen

Kompetensi yang diharapkan tercapai:

1. Membuat kesimpulan tentang pengertian eksponen
2. Menghitung nilai bilangan eksponen

Lakukan aktivitas berikut secara runtut.

A. Persiapan

1. Berdoalah sebelum memulai kegiatan.
2. Siapkan buku catatan, alat tulis dan alat hitung.

B. Kegiatan Inti

1. Perhatikan uraian mengenai eksponen berikut ini

$$2 \times 2 \text{ ditulis } 2^2$$

$$2 \times 2 \times 2 \text{ ditulis } 2^3$$

$$2 \times 2 \times 2 \times 2 \text{ ditulis } 2^4$$

$$2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \text{ ditulis } 2^{\dots}$$

$$2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \text{ ditulis } 2^{\dots}$$

$$\underbrace{2 \times 2 \times 2 \times 2 \times \dots \dots \times 2}_{20 \text{ faktor}} \text{ ditulis } 2^{\dots}$$

$$\underbrace{2 \times 2 \times 2 \times 2 \times \dots \dots \times 2}_{n \text{ faktor}} \text{ ditulis } 2^{\dots}$$

$$\underbrace{m \times m \times m \times m \times \dots \dots \times m}_{n \text{ faktor}} \text{ ditulis } m^{\dots}$$

m^n disebut bilangan berpangkat. m disebut basis atau bilangan pokok sedang n disebut pangkat atau eksponen.

2. Tentukan basis dan eksponen pada bilangan berpangkat berikut ini

No	Bilangan Berpangkat	Basis	Eksponen
1	5^4		
2	6^4		
3	a^4		
4	2^b		
5	x^y		

3. $2 \times 2 \times 2$ ditulis 2^3 . Ini artinya $2 \times 2 \times 2 = 2^3$ atau $2^3 = 2 \times 2 \times 2$. Bila dihitung maka ditulis $2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8$. Hitunglah nilai bilangan berpangkat berikut ini!

a. 5^4

b. 2^4

c. 3^2

d. $\left(\frac{1}{2}\right)^4$

C. Kegiatan Akhir

1. Lakukan persiapan untuk mempresentasikan temuan pada aktivitas yang sudah dilakukan.
2. Presentasikan temuan kelompok Saudara atau simaklah presentasi yang disampaikan oleh kelompok lain.

LEMBAR AKTIVITAS SISWA

NO. 02

Materi : Eksponen

Kompetensi yang diharapkan tercapai:

1. Mengaitkan contoh kontekstual dengan konsep eksponen
2. Menghitung nilai bilangan eksponen

Lakukan aktivitas berikut secara runtut.

A. Persiapan

1. Berdoalah sebelum memulai kegiatan.
2. Siapkan buku catatan, alat tulis dan alat hitung.

B. Kegiatan Inti

1. Selesaikan masalah berikut.

Mrico baru saja selesai membaca buku Fisika setebal 700 halaman. Buku Fisika itu disimpannya di tas sekolah. Pandangannya jatuh pada selembat kertas. Dia perkirakan tebal kertas itu 1 mm. Dia tampak bicara sendiri, "Jika kertas seperti itu ada sebanyak 10.000 lembar, tumpukan kertas itu tingginya melampaui tinggi rumahku."

Sekarang tampak Mrico sedang melipat selembat kertasitu sekali, dia melipatnya lagi dan seterusnya. Kalau Mrico melipat kertas terus sampai 50 kali, berapa tebal lipatan kertas itu jadinya. Bagaimana kalau dibandingkan dengan ketebalan buku Fisikanya, tinggi tas sekolahnya, atau tinggi dirinya sendiri sekira berapa tebal lipatan itu?

2. Berapa dugaan kalian tebal kertas yang dilipat sampai 50 kali itu?
3. Berapakah perkiraan tinggi buku Fisika dan tas sekolah Mrico?
4. Berapakah tinggi tumpukan 10.000 kertas yang tebal selebarnya 1 mm?
5. Catatlah hasil perhitunganmu untuk tebal kertas sebelum dilipat, setelah dilipat sekali, setelah dilipat kedua kalinya, setelah dilipat ketiga kalinya, dan seterusnya.
6. Berapa tebal kertas itu tepatnya?
7. Buatlah kesimpulan.

8. Kegiatan Akhir
9. Lakukan persiapan untuk mempresentasikan temuan pada aktivitas yang sudah dilakukan.
10. Presentasikan temuan kelompok Saudara atau simaklah presentasi yang disampaikan oleh kelompok lain.



BAHAN AJAR PENDUKUNG

A. Sejarah Eksponen

Sejarah penulisan eksponen

Pada abad ketiga Diophantus menyatakan pangkat dua dengan lambang Δ^γ . **Delta** sebagai singkatan dari kata **dunamis** yang berarti “daya”. Demikian juga untuk pangkat tiga atau kubik dinyatakan dengan lambang K^γ . **Kappa** sebagai singkatan dari kata **kubos** yang berarti “kubik”.

Lambang berhitung Hindu menyatakan kuadrat dengan lambang bujur sangkar, digunakan pada abad ke-11. Pada abad ke-17 Oughtred menyatakan pangkat dengan kotak bujur sangkar, pangkat 5 ditulis $\boxed{5}$.

Pangkat dengan bilangan pecahan pertama digunakan oleh Nicole Oresme pada tahun 1360.

Oresme menuliskan lambang berhitung pangkat pecahan dalam bentuk $\boxed{1^{p/2}}4$ atau $\boxed{\frac{p.1}{p.2}}4$ untuk bilangan berpangkat pecahan $4^{1/2}$.

Lambang berhitung pangkat seperti yang kita gunakan sekarang baru ada setelah dipergunakan oleh Harriot pada abad ke-17. Pada zaman yang sama Rene Descartes menggunakannya juga, namun Descartes masih menyatakan A^2 dengan AA dan A^3 dengan AAA, dan demikian seterusnya.

1. Bilangan Berpangkat Bulat Positif

Jika kita membandingkan penulisan $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$ dengan 2^8 , maka penulisan terakhir tampak lebih simpel. Bilangan 2^8 merupakan contoh bentuk pangkat bulat positif. 2^8 dibaca “dua pangkat delapan”.

Pada simbol 2^8 , angka 2 disebut basis atau bilangan pokok (dasar) dan angka 8 disebut pangkat atau eksponen.

Definisi

Jika a bilangan Real dan n bilangan bulat positif, maka a^n adalah perkalian berulang sebanyak n kali dari a , yaitu:

$$a^n = \underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ faktor}}$$

Contoh

1. Tentukan bilangan bulat yang sama dengan:

a. 2^8

b. $(-2)^3 \times 5^2 \times 7$

$$\begin{aligned} \text{a. } 2^8 &= \underbrace{2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2}_{8 \text{ faktor}} \\ &= 256 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } (-2)^3 \times 5^2 \times 7 &= (-2) \times (-2) \times (-2) \times 5 \times 5 \times 7 \\ &= -1400 \end{aligned}$$

2. Tuliskan 504 sebagai perkalian bilangan-bilangan berpangkat berbasis prima.

Perhatikan:

$$\begin{array}{r|l} 504 & 2 \\ \hline 252 & 2 \\ \hline 126 & 2 \\ \hline 63 & 3 \\ \hline 21 & 3 \\ \hline 7 & 7 \\ \hline 1 & \end{array}$$

$$\therefore 504 = 2^3 \times 3^2 \times 7$$

3. Nyatakan bilangan berikut dalam bentuk yang sederhana

a. $\frac{(2a)^4}{8}$

b. $(7^2 \times 7^3)^2$

c. $\frac{(-2a^2)^3}{a^4}$

a. $\frac{(2a)^4}{8}$

b. $(7^2 \times 7^3)^2$

c. $\frac{(-2a^2)^3}{a^4}$

$$= \frac{(2a)(2a)(2a)(2a)}{8}$$

$$= \frac{16a^4}{8}$$

$$= 2a^4$$

Latihan 1

A. Soal Pilihan Benar Salah

Petunjuk: Jawablah, benar atau salah pernyataan berikut.

1. $2^4 = 4^2$

2. $3^4 = 4^3$

$$3. 2^{3^{2^1}} = 2^6$$

$$7. 7 + 9 + 11 = 3^3$$

$$4. (2a)^3 = 2a^3$$

$$8. 13 + 15 + 17 + 19 = 4^3$$

$$5. (((2^1 - 1)^2 - 1)^3 - 1)^4 - 1 = 0$$

$$9. 1^3 + 2^3 + 3^3 = (1 + 2 + 3)^2$$

$$6. 3 + 5 = 2^3$$

$$10. 1 + 3 + 5 + 7 + 9 + 11 + 13 = 7^2$$

B. Soal Pilihan Ganda

Petunjuk: Pilihlah satu jawaban yang benar.

$$1. 7 \times 7 \times 7 \times 7 \times 7 = \dots$$

a. 5×7

c. 7^5

e. 77777

b. 5^7

d. 75

$$2. (-3) \times (-3) \times (-3) \times (-3) = \dots$$

a. -12

c. -4^3

e. $(-4)^3$

b. -3^4

d. $(-3)^4$

$$3. 3^4 = \dots$$

a. 9

b. 12

c. 64

d. 81

e. 144

$$4. \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \dots$$

a. 6

b. $\frac{3}{2}$

c. $\frac{1}{6}$

d. $\frac{1}{8}$

e. $\frac{1}{9}$

$$5. (-1)^8 = \dots$$

a. -8

b. -1

c. $-\frac{1}{8}$

d. 1

e. 8

$$6. (-2)^5 = \dots$$

a. -32

b. -25

c. -10

d. 25

e. 32

$$7. 17.150 = \dots$$

a. $2^3 \times 5^2 \times 7$

c. $2 \times 5^3 \times 7^2$

e. $2^2 \times 5^2 \times 7^2$

b. $2^3 \times 5 \times 7^2$

d. $2 \times 5^2 \times 7^3$

$$8. 6,25 = \dots$$

a. $\frac{5^2}{4^2}$

b. $\frac{5^2}{2^4}$

c. $\frac{5^2}{2^2}$

d. $\frac{5^4}{2^4}$

e. $\frac{5^4}{2^2}$

$$9. \frac{500.000}{8.000} = \dots$$

- a. $\frac{5^7}{2^9}$ b. $\frac{5^5}{2^5}$ c. $\frac{5^3}{2^3}$ d. $\frac{5^3}{2}$ e. $\frac{5}{2}$
10. $\frac{2^5 \times 3^3 \times 5^2}{6^2 \times 10^2} = \dots$
- a. 1 b. 2 c. 6 d. 15 e. 30

C. Soal Uraian

Petunjuk: Jawablah dengan jelas, singkat dan benar.

1. Tentukan nilai dari:

- a. 5^4 d. $(\sqrt{2})^6$ g. $2^2 \times 5^2 \times 11^2$
 b. $\left(\frac{1}{2}\right)^5$ e. $3^2 \times 7^2$ h. $2^4 \times 5^3 \times 11$
 c. $(-2)^7$ f. $2 \times 3^2 \times 5^2$ i. $2^4 \times 3^2 \times 7$

2. Tuliskan sebagai bentuk pangkat dengan bilangan pokok prima.

- a. 16 c. -27 e. 343 g. -161.051
 b. 25 d. -32 f. -512 h. 177147

3. Tuliskan sebagai perkalian bilangan-bilangan berpangkat berbasis prima.

- a. 12 d. 108 g. 1.008 j. 20.736
 b. 36 e. 784 h. 1.128 k. 343.000
 c. 98 f. 952 i. 2.744 l. 11.390.625

4. Gunakan aturan $a^m \times a^n = a^{m+n}$ (lihat halaman 21) dan sederhanakanlah:

- a. $\sqrt{7} \times \sqrt{7}$ c. $3^n \times 3^{2n}$ e. $x^4 \times x$ g. $z^3 \cdot z^3 \cdot z^3$
 b. 5×5^2 d. $2^p \cdot 2^q \cdot 2^r$ f. $y^5 \times y^6$ h. $\sqrt{a} \cdot (\sqrt{a})^3$

5. Gunakan aturan $\frac{a^m}{a^n} = \begin{cases} a^{m-n}, & m > n \\ \frac{1}{a^{n-m}}, & m < n \end{cases}$ dan sederhanakanlah:

- a. $\frac{7^{10}}{7^7}$ c. $\frac{(\sqrt{3})^6}{(\sqrt{3})^5}$
 b. $\frac{5^8}{5^{10}}$ d. $x^{3n} \div x^{2n}$

6. Gunakan aturan $(a^m)^n = a^{mn}$ dan sederhanakanlah:

- a. $(11^5)^2$ b. $((2^2)^3)^5$ c. $(5^{2n})^7$ d. $((a^p)^q)^q$

7. Nyatakan dalam bentuk paling sederhana dan tanpa menggunakan kurung:

- a. $(2a)^2$ d. $\left(\frac{5b}{2a}\right)^3$ f. $\frac{(2a^5)^3}{40}$ h. $\frac{(-5a^5b)^3}{75}$
 b. $\left(\frac{a}{2}\right)^5$ e. $\left(\frac{-2}{b^4}\right)^3$ g. $\frac{(-5a^3)^2}{10}$
 c. $(3ab)^4$

8. Nicomachus yang hidup sekitar 100 SM menemukan pola penjumlahan dari bilangan-bilangan ganjil berelasi dengan nilai suatu bilangan berpangkat tiga, berikut:

$$\begin{aligned} 1 &= 1^3 \\ 3 + 5 &= 8 = 2^3 \\ 7 + 9 + 11 &= 27 = 3^3 \text{ dst.} \end{aligned}$$

Tentukan penjumlahan bilangan-bilangan ganjil yang sesuai dengan temuan Nicomachus untuk bilangan berikut.

- a. 4^3 b. 5^3 c. 8^3 d. 11^3

9. Tanpa menggunakan perangkat elektronik, dari dua bilangan yang diberikan temukan mana yang nilainya lebih kecil.

- a. 3^{20} atau 5^{10} b. 2^{140} atau 3^{105} c. 2^{175} atau 5^{75}

10. Angka berapa digit terakhir dari bilangan berikut.

- a. 3^5 b. 7^5 c. 3^{100} d. 7^{200}

2. Bilangan Berpangkat Nol dan Bulat Negatif

Bandingkan dua barisan bilangan berikut.

1. ..., 1000, 100, 10, 1, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$, ...

2. ..., 10^3 , 10^2 , 10^1 , 10^0 , 10^{-1} , 10^{-2} , ...

Barisan pertama terbentuk dengan pola bahwa nilai suatu suku adalah hasil bagi suku sebelumnya oleh 10. Sedangkan barisan kedua terbentuk bahwa nilai suatu suku adalah 10 (sepuluh) pangkat kurang satu dari pangkat suku sebelumnya.

Dua barisan bilangan itu sama.

Perhatikan: $1.000 = 10^3$, $100 = 10^2$, $10 = 10^1$,

selanjutnya $1 = 10^0$, $\frac{1}{10} = 10^{-1}$, $\frac{1}{100} = 10^{-2}$, dst.

Definisi

Jika $a \in \mathbb{R} - \{0\}$, maka $a^0 = 1$.

Jika $a \in \mathbb{R} - \{0\}$ dan $n \in \mathbb{Z}^+$, maka $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$.

Contoh

1. Nyatakan bentuk pangkat berikut dengan pangkat positif:

a. 10^{-7}

b. $\frac{1}{5^{-4}}$

a. $10^{-7} = \frac{1}{10^7}$

b. $\frac{1}{5^{-3}} = \frac{1}{\frac{1}{5^3}}$
 $= 5^3$

2. Tentukan nilai dari:

a. $\sqrt{5^0}$

b. $5^0 - 5^{-1} - 5^{-2}$

c. $\frac{1}{1-2^{-7}} - \frac{1}{2^7-1}$

a. $\sqrt{5^0} = 1$

c. $\frac{1}{1-2^{-7}} - \frac{1}{2^7-1}$

b. $5^0 - 5^{-1} - 5^{-2} = 1 - \frac{1}{5} - \frac{1}{5^2}$
 $= 1 - \frac{1}{5} - \frac{1}{25}$
 $= \frac{25 - 5 - 1}{25}$
 $= \frac{19}{25}$

$= \frac{1}{1 - \frac{1}{2^7}} - \frac{1}{2^7 - 1}$
 $= \frac{1}{\frac{2^7 - 1}{2^7}} - \frac{1}{2^7 - 1}$
 $= \frac{2^7}{2^7 - 1} - \frac{1}{2^7 - 1} = \frac{2^7 - 1}{2^7 - 1} = 1$

Latihan 2

Soal Pilihan Ganda

1. $9^0 = \dots$

a. 0

b. $\frac{1}{9}$

c. $\frac{1}{3}$

d. 1

e. 3

2. $4^{-3} = \dots$

a. -81

b. -64

c. $-\frac{1}{64}$

d. $\frac{1}{81}$

e. $\frac{1}{64}$

3. $10^{-4} = \dots$
- a. -0,0004 b. -0,0001 c. 0,0001 d. 0,0004 e. 1,0000
4. $(-1)^{-6} = \dots$
- a. -6 b. -1 c. $-\frac{1}{6}$ d. 1 e. 6
5. $(-2)^{-3} = \dots$
- a. -8 b. -1 c. $-\frac{1}{8}$ d. $\frac{1}{8}$ e. 8
6. $0^{-5} = \dots$
- a. -1 c. 1
b. 0 d. ∞ e. tidak terdefinisi
7. $\frac{100}{5^{-2}} = \dots$
- a. -2.500 b. -4 c. $\frac{1}{4}$ d. 4 e. 2.500
8. $\frac{1}{(\frac{1}{2})^{-4}} = \dots$
- a. $\frac{1}{16}$ b. $\frac{1}{4}$ c. $\frac{1}{2}$ d. 8 e. 16
9. $10^4 + 10^2 + 10^0 + 10^{-2} + 10^{-4} = \dots$
- a. 0 c. 11,11 e. 10101,0101
b. 1 d. 101,101
10. $\frac{1}{1+a^{-8}} + \frac{1}{1-a^{-8}} - \frac{1}{a^8-1} + \frac{1}{a^8+1} = \dots$
- a. 0 b. 0,5 c. 1 d. 2 e. 4

LEMBAR AKTIVITAS SISWA

NO. 03

Materi : Sifat-sifat Eksponen

Waktu : 30 menit

Kompetensi yang diharapkan tercapai:

1. Pengetahuan tentang mendeskripsikan sifat-sifat eksponen.
2. Keterampilan dalam menunjukkan sifat-sifat eksponen.

Lakukan aktivitas berikut secara runtut.

A. Persiapan

1. Berdoalah sebelum memulai kegiatan.
2. Siapkan buku catatan dan alat tulis.

B. Kegiatan Inti

Gunakan definisi bentuk pangkat untuk melengkapi uraian berikut.

No.	Contoh Khusus	Contoh Umum ($a, b \in \mathbb{R}$ dan $m, n \in \mathbb{Z}^+$)
1.	$2^5 \times 2^3$ $= \underbrace{2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2}_{\dots \text{ faktor}} \times \underbrace{2 \times 2 \times 2}_{\dots \text{ faktor}}$ $= \underbrace{2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2}_{(\dots + \dots) \text{ faktor}}$ $= a^{\dots + \dots}$	$a^m \times a^n$ $= \underbrace{a \times a \times \dots \times a}_{m \text{ faktor}} \times \underbrace{a \times a \times \dots \times a}_{\dots \text{ faktor}}$ $= \underbrace{a \times a \times \dots \times a}_{(m + \dots) \text{ faktor}}$ $= a^{m + \dots}$
2.	$\frac{2^{11}}{2^7}$ $= \frac{\overbrace{2 \times 2 \times \dots \times 2}^{\dots \text{ faktor}}}{\underbrace{2 \times 2 \times \dots \times 2}_{\dots \text{ faktor}}}$ $= \frac{\overbrace{2 \times 2 \times \dots \times 2}^{\dots \text{ faktor}} \times \overbrace{2 \times 2 \times \dots \times 2}^{7 \text{ faktor}}}{\underbrace{2 \times 2 \times \dots \times 2}_{\dots \text{ faktor}}}$ $= \overbrace{2 \times 2 \times \dots \times 2}^{\dots \text{ faktor}} = 2^{\dots}$	$\frac{a^m}{a^n} \quad (\text{untuk } a \neq 0 \text{ dan } m > n)$ $= \frac{\overbrace{a \times a \times \dots \times a}^{\dots \text{ faktor}}}{\underbrace{a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ faktor}}}$ $= \frac{\overbrace{a \times a \times \dots \times a}^{\dots \text{ faktor}} \times \overbrace{a \times a \times \dots \times a}^{n \text{ faktor}}}{\underbrace{a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ faktor}}}$ $= \overbrace{a \times a \times \dots \times a}^{\dots \text{ faktor}} = a^{\dots}$

No.	Contoh Khusus	Contoh Umum ($a, b \in \mathbb{R}$ dan $m, n \in \mathbb{Z}^+$)
3.	$\frac{2^9}{2^{15}}$ $= \frac{\overbrace{2 \times 2 \times \dots \times 2}^{\text{... faktor}}}{\overbrace{2 \times 2 \times \dots \times 2}^{\text{... faktor}}}$ $= \frac{\overbrace{2 \times 2 \times \dots \times 2}^{\text{... faktor}}}{\underbrace{2 \times 2 \times \dots \times 2}_{9 \text{ faktor}} \times \underbrace{2 \times 2 \times \dots \times 2}_{\text{... faktor}}}$ $= \frac{1}{\overbrace{2 \times 2 \times \dots \times 2}^{\text{... faktor}}} = \frac{1}{2^{\dots}}$	$\frac{a^m}{a^n} \quad (\text{untuk } a \neq 0 \text{ dan } m < n)$ $= \frac{\overbrace{a \times a \times \dots \times a}^{m \text{ faktor}}}{\overbrace{a \times a \times \dots \times a}^{\text{... faktor}}}$ $= \frac{\overbrace{a \times a \times \dots \times a}^{m \text{ faktor}}}{\underbrace{a \times a \times \dots \times a}_{\text{... faktor}} \times \underbrace{a \times a \times \dots \times a}_{m \text{ faktor}}}$ $= \frac{1}{\overbrace{a \times a \times \dots \times a}^{\text{... faktor}}} = \frac{1}{a^{\dots}}$
4.	...	$(a^m)^n$ $= \underbrace{a^m \times a^m \times \dots \times a^m}_{\text{... faktor}}$ $= \overbrace{a^{m+m+\dots+m}}^{\text{... suku}}$
5.	...	$(ab)^n$ $= \overbrace{ab \times ab \times \dots \times ab}^{\text{... faktor}}$ $= \overbrace{a \times a \times \dots \times a}^{\text{... faktor}} \times \overbrace{b \times b \times \dots \times b}^{\text{... faktor}}$ $= a^{\dots} \cdot b^{\dots}$
6.	...	<p>Untuk $b \neq 0$,</p> $\left(\frac{a}{b}\right)^n$ $= \underbrace{\frac{a}{b} \times \frac{a}{b} \times \dots \times \frac{a}{b}}_{\text{... faktor}}$ $= \frac{\overbrace{a \times a \times \dots \times a}^{\text{... faktor}}}{\overbrace{b \times b \times \dots \times b}^{\text{... faktor}}}$ $= \frac{a^{\dots}}{b^{\dots}}$

Isilah contoh khusus pada nomor 4, 5, dan 6 dengan buatan sendiri.

C. Kegiatan Akhir

1. Lakukan persiapan untuk mempresentasikan temuan pada aktivitas yang sudah dilakukan.

2. Presentasikan temuan kelompok Saudara atau simaklah presentasi yang disampaikan oleh kelompok lain.

BAHAN AJAR PENDUKUNG

Sifat-sifat Bilangan Berpangkat Bulat

Untuk $a, b \in \mathbb{R}$ dan $m, n \in \mathbb{Z}^+$, berlaku:

$$1. a^m \times a^n = a^{m+n}$$

$$3. (a^m)^n = a^{mn}$$

$$2. \frac{a^m}{a^n} = a^{m-n} \quad (\text{untuk } a \neq 0)$$

$$4. (ab)^n = a^n \cdot b^n$$

$$= \frac{1}{a^{n-m}} = a^{-(n-m)}$$

$$5. \left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n} \quad (\text{untuk } b \neq 0)$$

Contoh

1. Hitunglah nilai dari:

$$a. 5^3 \times 5^{-7} \times 5^0 \quad b. \frac{2^{-6}}{7^3} \times \left(\frac{1}{28}\right)^{-4} \quad c. \frac{2^{-1} + 3^{-2}}{2^{-3} + 3^{-1}}$$

$$\begin{aligned} a. 5^3 \times 5^{-7} \times 5^0 &= 5^{3+(-7)+0} \\ &= 5^{-4} \\ &= \frac{1}{5^4} = \frac{1}{625} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c. \frac{2^{-1} + 3^{-2}}{2^{-3} + 3^{-1}} &= \frac{2^{-1} + 3^{-2}}{2^{-3} + 3^{-1}} \times \frac{2^3 \cdot 3^2}{2^3 \cdot 3^2} \\ &= \frac{2^2 \cdot 3^2 + 2^3 \cdot 3^0}{2^0 \cdot 3^2 + 2^3 \cdot 3^1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b. \frac{2^{-6}}{7^3} \times \left(\frac{1}{28}\right)^{-4} &= \frac{2^{-6}}{7^3} \times \left(\frac{1}{2^2 \times 7}\right)^{-4} \\ &= \frac{2^{-6}}{7^3} \times (2^2 \times 7)^4 \\ &= \frac{2^{-6} \times 2^8 \times 7^4}{7^3} \\ &= 2^2 \times 7 = 28 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{4 \cdot 9 + 8 \cdot 1}{1 \cdot 9 + 8 \cdot 3} \\ &= \frac{36 + 8}{9 + 24} = \frac{44}{33} = \frac{4}{3} \end{aligned}$$

Cara lain:

$$\frac{2^{-1} + 3^{-2}}{2^{-3} + 3^{-1}} = \frac{\frac{1}{2} + \frac{1}{9}}{\frac{1}{8} + \frac{1}{3}} \times \frac{8 \cdot 9}{8 \cdot 9}$$

$$= \frac{36 + 8}{9 + 24} = \frac{44}{33} = \frac{4}{3}$$

Latihan 3

Soal-soal Pilihan Ganda

- $2^5 \times 2^4 = \dots$
 - 2^{5+4}
 - $2^{5 \times 4}$
 - 2^{5^4}
 - $4^{5 \times 4}$
 - 4^{5+4}
- $\frac{3^6}{3^2} = \dots$
 - 2^6
 - 3^3
 - 3^4
 - 3^8
 - 6^2
- $(5^2)^3 = \dots$
 - 5^{2+3}
 - $5^{2 \times 3}$
 - 5^{2^3}
 - 10^3
 - 3×5^2
- $\frac{2^5 \times 3^2}{2^3 \times 3^5} = \dots$
 - $\frac{2^2}{3^3}$
 - $\frac{2^8}{3^7}$
 - $\frac{6^7}{6^8}$
 - $2^2 \cdot 3^3$
 - $2^8 \cdot 3^7$
- $\frac{a^p \times a^q}{a^r} = \dots$
 - a^{p+q-r}
 - a^{p+q+r}
 - a^{pq-r}
 - a^{pq+r}
 - a^{pqr}
- Bentuk sederhana dari $\left(\frac{4a^{-8}b^{-3}}{a^{-6}b^{-5}}\right)^{-1}$ adalah
 - $\left(\frac{2a}{b}\right)^2$
 - $\left(\frac{a}{2b}\right)^2$
 - $\left(\frac{b}{2a}\right)^2$
 - $\left(\frac{2b}{a}\right)^2$
 - $\left(\frac{a^7}{2b^4}\right)^2$
- Diketahui $a = \frac{1}{2}$, $b = 2$, dan $c = 1$. Nilai dari $\frac{a^{-2}bc^3}{ab^2c^{-1}}$ adalah
 - 1
 - 4
 - 16
 - 64
 - 96
- $(4a)^{-2} \times (2a)^3 = \dots$
 - $-2a$
 - $-\frac{1}{2}a$
 - $\frac{1}{2a}$
 - $\frac{1}{2}a$
 - $2a$
- $(4a^3)^2 \div 2a^2 = \dots$
 - $2a^3$
 - $2a^4$
 - $4a^3$
 - $8a^3$
 - $8a^4$
- $2^3 \times (2^2)^3 = \dots$
 - 2^7
 - 2^8
 - 2^9
 - 2^{12}
 - 2^{18}

11. Bentuk sederhana dari $\frac{(5a^3b^{-2})^4}{(5a^{-4}b^{-5})^{-2}}$ adalah

a. $5^2a^4b^2$

c. $5^6a^4b^{-10}$

e. $5^6a^9b^{-1}$

b. 5^6ab^{-1}

d. $5^6a^4b^2$

12. $2^3 \times 3^3 = \dots$.

a. 3^6

b. 5^3

c. 5^6

d. 5^9

e. 6^3

Soal Uraian

1. Dengan menggunakan sifat-sifat operasi bilangan berpangkat, hitunglah nilai:

a. $3^{2^3^1}$

d. $\frac{5^2+5^1+5^0}{5^{-2}+5^{-3}+5^{-4}}$

f. $\left(\frac{12^3}{18^2}\right)^{-5} \div \left(\frac{12^{-5}}{18^{-3}}\right)^{-2}$

b. $(2^3)^{2^2}$

e. $\frac{5^0+2^1+2^2}{5^{-1}+2^{-1}+2^{-2}}$

c. $\frac{2^{10} \times 3^{13}}{27 \times 6^{12}}$

2. Dengan menggunakan sifat-sifat operasi bilangan berpangkat, sederhanakanlah:

a. $(5a^{-3})^{-2} \cdot 5^3$

b. $\left(\frac{-2 \cdot a^3 \cdot b^{-4}}{5 \cdot a^{-5} \cdot b^{-6}}\right)^{-2}$

c. $\frac{3^{n+2} - 3^n}{3^n - 3^{n-1}}$

d. $\frac{4^{n+1} - 2^{2n+1}}{4^n}$

e. $\frac{(2 \cdot a^n)^3 \cdot a^3 \cdot (a^{n+1})^3}{\frac{1}{2} a^{3n+3} \cdot a \cdot a^{2n}}$

f. $\left(\frac{x^b}{x^c}\right)^a \cdot \left(\frac{x^c}{x^a}\right)^b \cdot \left(\frac{x^a}{x^b}\right)^c$

FEBRUL
D E F I L A

