

MODUL AJAR MATEMATIKA
KELAS X
KURIKULUM SEKOLAH PENGGERAK

INFORMASI UMUM		
Domain/Topik	:	Bilangan/Eksponensial
A. Identitas Modul		
Nama Penyusun	:	Agnes S. Luhukay, S.Pd. Gr.
Nama Institusi	:	SMA Averos Kota Sorong
Tahun Pelajaran	:	2021/2022
Jenjang Sekolah	:	Sekolah Menengah Atas
Fase/Kelas	:	E/X
Semester	:	I
Alokasi Waktu	:	15 JP
B. Kompetensi Awal		
Kompetensi Prasyarat	:	Perkalian Bilangan dan Aljabar
C. Profil Pelajar Pancasila		
Profil Pelajar Pancasila yang berkaitan, antara lain	:	Bernalar kritis
	:	Kreatif
	:	Mandiri
D. Sarana dan Prasarana		
Fasilitas	:	LCD Projector
	:	Papan Tulis
	:	Lembar Kerja Peserta Didik
Lingkungan Belajar	:	Kelas
	:	Lingkungan Peserta Didik
E. Peserta didik sasaran		
Target	:	Peserta didik regular, Peserta didik dengan kesulitan belajar, Peserta didik dengan pencapaian tinggi
Jumlah	:	Maksimum 33 Peserta didik per kelas
F. Model Pembelajaran		
Model pembelajaran yang digunakan	:	Discovery Learning
KOMPONEN INTI		
A. CAPAIAN PEMBELAJARAN	:	Diakhir fase E, peserta didik dapat menggeneralisasi sifat-sifat operasi bilangan berpangkat (eksponen) dan logaritma, serta menggunakan barisan dan deret (aritmetika dan geometri)
B. Tujuan Pembelajaran	:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik dapat menyatakan perkalian bilangan bulat berulang sebagai bilangan berpangkat (eksponen) 2. Peserta didik dapat menggeneralisasi sifat-sifat eksponen 3. Peserta didik dapat menerapkan sifat-sifat eksponen

		<p>untuk menyederhanakan ekspresi</p> <p>4. Peserta didik dapat mengidentifikasi bentuk ekuivalen menggunakan sifat eksponen (termasuk hubungan pangkat rasional dan bentuk akar)</p> <p>5. Peserta didik dapat menginterpretasi bagian dari ekspresi (bentuk) eksponen sederhana, misalnya ab^n dan kompleks, misal $P(1+r)^n$</p> <p>6. Peserta didik dapat menginterpretasi karakteristik utama dari tabel maupun grafik dari fungsi eksponen</p> <p>7. Peserta didik dapat membedakan situasi yang dapat dimodelkan dengan fungsi eksponen dan yang dapat dimodelkan dengan fungsi linear</p> <p>8. Peserta didik dapat memodelkan fenomena atau data dengan fungsi eksponen</p>
C. Pemahaman Bermakna	:	Pengertian Eksponen
	:	Sifat-sifat Eksponen
	:	Penerapan Eksponen
D. Pertanyaan Pemantik	:	Apakah kalian pernah mendengar kata “eksponen”? Jika pernah, dapatkah kalian menjelaskan apa yang dimaksud dengan “eksponen”?
	:	Apa sifat-sifat eksponen yang kalian tau? Dapatkah kalian membuktikannya?
E. Kegiatan Pembelajaran		
Pertemuan 1 (3 JP)		Pengertian Eksponen
Tujuan Pembelajaran		<ul style="list-style-type: none"> Peserta didik dapat menyatakan perkalian bilangan bulat berulang sebagai bilangan berpangkat (eksponen)
<p>1. Kegiatan Pendahuluan</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru menjelaskan bahwa pengertian tentang eksponen dan sifat-sifatnya diperlukan untuk pembelajaran selanjutnya yaitu tentang persamaan dan pertidaksamaan eksponen Guru menjelaskan akan melakukan penilaian selama pembelajaran dengan cara observasi atau secara tertulis dan dalam bentuk kinerja. Peserta didik dibagi dalam kelompok yang beranggotakan tidak lebih dari 4 orang dengan memperhatikan penyebaran kemampuan matematika atau gender. <p>2. Kegiatan Inti</p> <p><i>Stimulasi/Pemberian Rangsangan</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 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. Siswa menyelesaikan LK 01 terlebih dahulu yaitu tentang pengertian bilangan berpangkat dan unsur-unsurnya. 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)

d. Guru memberikan permasalahan (problem statement) untuk didiskusikan di setiap kelompok.

- Jika satu lembar kertas tebalnya 1 mm, berapakah tebal atau tinggi kertas yang bertumpuk sebanyak 10.000 lembar?
- Jika kertas setebal 1 mm itu, dilipat sekali, kemudian dilipat lagi, dan terus dilipat sampai 50 kali, bagaimana tebalnya dibandingkan dengan tinggi tumpukan 10.000 kertas tadi dan berapa tepatnya tebal kertas yang dilipat 50 kali itu?
- Diharapkan permasalahan point 3a. dapat segera dijawab benar dan untuk permasalahan point 3b. dijawab paling tidak sebagai jawaban dugaan.

Data Collection/Pengumpulan Data

e. 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

f. 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} .

Verification/Pembuktian

- g. Peserta didik memeriksa hasil perhitungannya. Tebal kertas pada masalah point 3a (diharapkan diperoleh dalam tempo yang singkat sejak persoalan ini dikemukakan), yaitu 10.000 mm = 10 m. Tebal selebar kertas yang ukuran tebalnya 1 mm, setelah kertas itu dilipat 50 kali, tebalnya 2^{50} mm
- h. 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} mm. 2^{50} mm = $1,1259 \times 10^{15}$ mm = $1,1259 \times 10^9$ km, ketebalan yang spektakuler dibandingkan dengan tebal tumpukan kertas walaupun kertas bertumpuk itu sebanyak 10.000 lembar.

Generalization/Menarik Kesimpulan

i. 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 $n \in$ Bilangan Bulat tidak negatif.

Aktivitas Kelas Menyelesaikan Soal-Soal

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

3. Kegiatan Penutup

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

Pertemuan 2 (3 JP)	Sifat - Sifat Eksponen
Tujuan Pembelajaran	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dapat menggeneralisasi sifat-sifat eksponen • Peserta didik dapat menerapkan sifat-sifat eksponen untuk menyederhanakan ekspresi • Peserta didik dapat mengidentifikasi bentuk ekuivalen menggunakan sifat eksponen (termasuk hubungan pangkat rasional dan bentuk akar) • Peserta didik dapat menginterpretasi bagian dari ekspresi (bentuk) eksponen sederhana, misalnya ab^n dan kompleks, misal $P(1 + r)^n$
<p>1. Kegiatan Pendahuluan</p> <p>a. Guru mengingatkan kembali materi sebelumnya mengenai pengertian dan bentuk eksponen</p> <p>b. Guru melakukan tanya jawab lisan mengenai materi sebelumnya</p> <p>2. Kegiatan Inti</p> <p><i>Stimulasi/Pemberian Rangsangan</i></p> <p>a. Untuk memberi stimulasi (rangsangan), guru memberikan Lembar Aktivitas Siswa(LAS) Nomor 03 dan peserta didik diminta untuk menunjukkan sifat-sifat eksponen.</p> <p><i>Problem Statement (Pernyataan/Identifikasi Masalah)</i></p> <p>b. Guru memberikan permasalahan (problem statement) untuk didiskusikan di setiap kelompok.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bagaimana menyederhanakan penulisan $2^3 \times 2^4 \times 2^5$? • Bagaimana menyederhanakan penulisan $\frac{(2^3 \times 2^4)^5}{2^{10}}$? • Diharapkan permasalahan point 3a. dapat segera dijawab benar dan untuk permasalahan point 3b. dijawab paling tidak sebagai jawaban dugaan. <p><i>Data Collection/Pengumpulan Data</i></p> <p>c. Guru mengarahkan peserta didik agar dalam pengisian pada nomor/baris yang sama mencatat/memperhatikan pola yang nampak.</p> <p><i>Data Processing/Pengolahan Data</i></p> <p>d. Jika diperlukan, Guru dapat membimbing peserta didik dalam menentukan setiap sifat eksponen.</p> <p><i>Verification/Pembuktian</i></p> <p>e. Peserta didik memeriksa kebenaran sifat yang telah ditemukan untuk contoh-contoh kasus yang berbeda serta memeriksa kebenaran langkah-langkah dalam menetapkan sifat-sifat eksponen.</p> <p><i>Generalization/Menarik Kesimpulan</i></p> <p>f. Peserta didik per kelompok menyampaikan kesimpulan tentang sifat-sifat yang berlaku pada eksponen</p> <p><i>Aktivitas Kelas Menyelesaikan Soal-Soal</i></p> <p>g. Menyimak materi tentang sifat-sifat bilangan berpangkat Bulat. Kemudian peserta didik menyelesaikan soal-soal Latihan 3 dan Guru memberi bimbingan.</p> <p>3. Kegiatan Penutup</p> <p>a. Membuat simpulan dan refleksi terkait pembelajaran pada pertemuan ini.</p>	

b. Menetapkan PR, yaitu soal-soal yang belum selesai dibahas di kelas. c. Menginformasikan materi pembelajaran berikutnya adalah tentang fungsi eksponen	
Pertemuan 3 (3 JP)	Fungsi Eksponen
Tujuan Pembelajaran	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dapat menginterpretasi karakteristik utama dari tabel maupun grafik dari fungsi eksponen
<p>1. Kegiatan Pendahuluan</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru menjelaskan akan melakukan penilaian selama pembelajaran dengan cara observasi atau secara tertulis dan dalam bentuk kinerja. Guru memberikan Pre Tes. Guru memberikan apersepsi tentang grafik covid-19 Peserta didik dibagi dalam kelompok yang yang beranggotakan tidak lebih dari 4 orang dengan memperhatikan penyebaran kemampuan matematika atau gender. <p>2. Kegiatan Inti</p> <p><i>Stimulasi/Pemberian Rangsangan</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Untuk memberi stimulasi (rangsangan), guru memberikan Lembar Aktivitas Siswa(LAS) Nomor 1 Setelah itu diharapkan peserta didik mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang relevan atau diberikan pertanyaan pancingan, misalnya “Untuk fungsi $(x) = 2^x$ dan $(x) = 2^{-x}$, berapakah nilai terendah/tertinggi yang mungkin dan pada saat nilai x berapa hal itu terjadi?” <p><i>Problem Statement (Pernyataan/Identifikasi Masalah)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Guru memberikan permasalahan (problem statatement) untuk didiskusikan di setiap kelompok seperti yang tertulis pada LAS. <p><i>Data Collection/Pengumpulan Data</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Guru mengarahkan peserta didik agar mencatat temuan-temuan tentang nilai x yang mungkin dan nilai fungsi yang mungkin serta yang mengarah kepada ciri atau sifat dari fungsi eksponensial. <p><i>Data Processing/Pengolahan Data</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Jika diperlukan, Guru dapat membimbing peserta didik dalam menghubungkan catatan tentang temuan yang satu dengan lain sehingga mengarah kepada keumuman <p><i>Verification/Pembuktian</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Peserta didik memeriksa apakah keumuman yang telah diperoleh pada kegiatan sebelumnya tak terbantahkan? <p><i>Generalization/Menarik Kesimpulan</i></p> <p>Peserta didik per kelompok menyampaikan kesimpulan. Kesimpulan yang diharapkan adalah tersampaikan dengan benar pengertian fungsi eksponensial, domain dan range fungsi serta sifat-sifatnya.</p> <p><i>Aktivitas Kelas Menyelesaikan Soal-Soal</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Menyimak materi tentang sifat-sifat bilangan berpangkat Bulat. Kemudian peserta didik menyelesaikan soal-soal Latihan 3 dan Guru memberi bimbingan. <p>3. Kegiatan Penutup</p> <ol style="list-style-type: none"> Membuat simpulan dan refleksi terkait pembelajaran pada pertemuan ini. Menetapkan PR, yaitu soal-soal yang belum selesai dibahas di kelas. Menginformasikan materi pembelajaran berikutnya adalah tentang fungsi eksponen 	
Pertemuan 4-5 (6 JP)	Fungsi Eksponen dan Masalah Kontesktualnya

Tujuan Pembelajaran	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dapat membedakan situasi yang dapat dimodelkan dengan fungsi eksponen dan yang dapat dimodelkan dengan fungsi linear • Peserta didik dapat memodelkan fenomena atau data dengan fungsi eksponen
<p>1. Kegiatan Pendahuluan</p> <ol style="list-style-type: none"> Guru menyampaikan kompetensi yang diharapkan dikuasai peserta didik setelah pembelajaran ini, yaitu menjelaskan keberkaitan suatu masalah kontekstual dengan fungsi eksponen serta menggunakan Geogebra untuk mendeskripsikannya. Guru menjelaskan bahwa pengertian tentang eksponen dan sifat-sifatnya diperlukan untuk pembelajaran selanjutnya yaitu tentang fungsi. Guru menjelaskan akan melakukan penilaian selama pembelajaran dengan cara observasi atau secara tertulis dan dalam bentuk kinerja. Guru memberikan gambaran tentang pentingnya memahami konsep, prinsip, sifat-sifat dan grafik fungsi eksponensial dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Guru dapat mengilustrasikan proses pertumbuhan dikaitkan dengan fungsi eksponen, seperti yang diperlihatkan pada http://tube.geogebra.org/material/simple/id/262037. Guru menyampaikan bahwa pembelajaran sekarang akan dilakukan secara berkelompok dan menggunakan perangkat elektronik yang dapat berupa komputer, tablet atau smartphone. Jika ketersediaan perangkat itu pada peserta didik tidak memadai, maka pembelajaran dilakukan di laboratorium komputer. Peserta didik dibagi dalam kelompok yang beranggotakan tidak lebih dari 4 orang dengan memperhatikan penyebaran kemampuan matematika atau gender. dengan memperhatikan penyebaran kemampuan matematika atau gender. <p>2. Kegiatan Inti</p> <p><i>Stimulasi/Pemberian Rangsangan</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Guru mengenalkan Geogebra, lamannya, beberapa fasilitasnya yang terkait dengan membuat titik, segmen/garis, dan grafik fungsi serta perintah membuat fungsi khusus seperti fungsi pertumbuhan, eksponensial, logaritmik, dan logistik. Peserta didik diminta mengamati beberapa gambar, seperti gambar prosotan, pertumbuhan atau grafik pada KMS. Diharapkan Peserta didik menanyakan atau diberikan pertanyaan pancingan, misalnya “Perihal apa yang diamati dan konsep apa yang terkait?” Jawabannya adalah perihal pertumbuhan dan penyusutan/peluruhan dan konsep yang terkait adalah fungsi pertumbuhan dan penyusutan/peluruhan. <p><i>Problem Statement (Pernyataan/Identifikasi Masalah)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Diberikan permasalahan. <ul style="list-style-type: none"> • Jika lintasan pada prosotan itu digambar pada sistem koordinat kartesius, grafik fungsi apa yang dapat mewakili lintasan itu? • Jika data yang diperoleh peserta didik SMP saat mengukur panjang kangkung selama 2 (dua) pekan, grafik fungsi apa yang dapat menggambarkannya? Diharapkan ada jawaban-jawaban dugaan yang relevan yang memuat kata kunci pertumbuhan atau penurunan/penyusutan/peluruhan. Setiap kelompok diberi Lembar Aktivitas Siswa (LAS) Nomor 2. Peserta didik melakukan aktivitas pada LAS bagian Persiapan dan Kegiatan Inti 	

nomor 1 s.d. 3. Kegiatan Inti nomor 1 s.d. 3 itu sebagai berikut:

(1) Aktifkan Geogebra.

(2) Aktifkan browser,

bukalah http://www.dreamersradio.com/img_artikel/32perosotan-air-kansas-2-ok.jpg. Kemudian pilih salah satu dari aktivitas berikut:

- Jika sudah terbuka, akan muncul gambar dan lakukanlah klik kanan pada gambar itu kemudian pilih 'salin gambar'. Masuklah ke Geogebra, buka menu Edit, pilih Insert Image from, kemudian pilih Clipboard.
- Jika sudah terbuka, akan muncul gambar dan unduhlah gambar itu dan simpan di komputer Saudara. Masuklah ke Geogebra, buka menu Edit, pilih Insert Image from, pilih File, kemudian cari dan pilih file yang tadi diunduh.

(3) Aturlah penempatan gambar tadi pada Geogebra.

Data Collection/Pengumpulan Data

h. Peserta didik melakukan aktivitas pada LAS bagian Kegiatan Inti nomor 3

- Pada Geogebra, aktifkan menu Point, kemudian buatlah daftar titik-titik pada gambar prosotan yang tepat berada pada lintasan prosotan itu.
- Beri nama daftar titik-titik pada langkah 4, misalnya L1. Caranya tuliskan pada input bar, $L_1 = \{B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P\}$.

Data Processing/Pengolahan Data

i. Dari data berupa daftar titik tadi dicari persamaan fungsi yang relevan dengan data tersebut menggunakan fungsi khusus pada Geogebra. Diharapkan ditemukan persamaan fungsi eksponensial atau fungsi logaritma dari kegiatan ini.

j. Peserta didik melakukan aktivitas pada Kegiatan Inti LAS nomor 3

- Cobalah gunakan fungsi-fungsi pada geogebra seperti FitExp, FitGrowth, FitLog, dan FitLogistic, apakah semuanya dapat didefinisikan atau tidak. Tuliskan pada input bar, misalnya: FitExp[L_1].
- Amatilah persamaan fungsi yang diperoleh.
- Lakukan langkah 3 s.d. 7 untuk gambar-gambar lain yang memperlihatkan proses penurunan/penyusutan atau proses pertumbuhan. Carilah gambar-gambar itu dari internet.
- Amati pula ciri-ciri grafik yang dihasilkan oleh fungsi-fungsi yang lainnya

h. Didiskusikan tentang batasan domain fungsi yang sesuai dengan grafik dan ciri-ciri grafik.

Verification/Pembuktian

i. Menyimak kesesuaian grafik dan persamaan fungsi yang diperoleh dan memeriksa kebenaran penentuan domain. Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan aktivitas pada LAS bagian Inti nomor 10 dan 12

- Gunakan Geogebra untuk melukis grafik $y = 2^x$ dan $y = 3^x$ serta grafik $y = \left(\frac{1}{2}\right)^x$ dan $y = \left(\frac{1}{3}\right)^x$, mana yang menunjukkan pertumbuhan dan mana yang penurunan dan jelaskan perbedaan tingkat pertumbuhan atau penurunannya?

Generalization/Menarik Kesimpulan

j. Peserta didik melakukan aktivitas pada LAS bagian Kegiatan Inti nomor 13 serta Kegiatan Akhir pada LAS nomor 1 dan 2. Membuat kesimpulan dan mempresentasikannya

k. Kesimpulan yang diharapkan memuat temuan bahwa persamaan fungsi aljabar yang menunjukkan fenomena pertumbuhan atau penurunan/ penyusutan dapat berupa fungsi eksponen atau fungsi logaritma. Pada kesimpulan diharapkan tersampaikan juga sifat-sifat (ciri-ciri) tertentu yang dimiliki fungsi tersebut dan tingkat

pertumbuhan atau penurunannya.

3. Kegiatan Penutup

- a. Peserta didik dan guru melakukan refleksi.
- b. Peserta didik diberi tugas untuk mencari data tentang pertumbuhan dan penurunan yang Real dari kehidupan sehari-hari, masing-masing minimal satu per peserta didik. Data tersebut harus dibawa pada pertemuan berikutnya dan akan digunakan untuk pembelajaran. Pembelajaran pada pertemuan berikutnya memanfaatkan Geogebra lagi, sehingga kepadapeserta didik yang memiliki laptop, netbook, tablet, atau smartphone yang sudah terpasang aplikasi Geogebra agar dibawa pada pertemuan berikutnya

F. Pengayaan dan Remedial	:	Pembelajaran ulang mengenai pengertian dan sifat-sifat bilangan berpangkat
	:	Persamaan Eksponensial
	:	Pertidaksamaan Eksponensial

Sorong, 12 Juli 2021

Mengetahui,
Kepala Sekolah

Guru Mata Pelajaran

Drs. Imam Wahyudi
NIP. 19680827 199403 1 016

Agnes S. Luhukay, S.Pd. Gr.