

Edisi Nomor 43, November 2020

LIMAS

**Penerapan Matriks
dalam Masalah Matematika**

**Pembelajaran Matematika yang Menyenangkan
dengan *Real Contextual Learning***

***Didactical Engineering* dalam Meminimalisasi
Kemunculan *Learning Obstacle*
pada Pembelajaran Matematika**



TIM REDAKSI

Pengarah

Plt. Kepala PPPPTK Matematika
Nunik Sukeksi, S.H., M.Pd..

Penanggung Jawab

Harwasono, S.Kom., MM.

Redaktur

Rina Kusumayanti, S.Sos.

Editor

Dra. Th. Widyantini, M.Si.
Agus Dwi Wibawa, S.Pd., M.Si.
Sumadi, S.Pd., M.Si
Rumiati, M.Ed.
Arfianti Lababa, S.Pd. M.Pd.
Untung Trisna Suwaji, S.Pd., M.Si.
Fadjar Noer Hidayat, S.Si.,M.Ed.

Sekretariat

Cahyo Sasongko, S.Sn.
Resti Utaminingsih, S.E.
Supriyadi

ALAMAT REDAKSI

PPPPTK Matematika Yogyakarta

Jl. Kaliurang Km.6, Sambisari, Depok, Sleman,
D.I.Yogyakarta



: (0274) 885725, 881717



: (0274) 885752



: p4tkmatematika.kemdikbud.go.id



: limas.p4tkmatematika@gmail.com

Diterbitkan : Pusat Pengembangan dan
Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga
Kependidikan Matematika

Izin terbit :

No. 2426/Ditjen
PPG/STT/1998

DARI REDAKSI

Redaksi menerima tulisan atau artikel dari pembaca. Artikel yang dimuat akan mendapatkan imbalan sepantasnya, sedangkan yang tidak dimuat akan dikembalikan ke penulis. Redaksi berhak memperbaiki naskah yang akan dimuat tanpa mengubah makna/isi. Kritik atau saran dikirim langsung ke redaksi **LIMAS**



Salam Redaksi

Assalamualaikum wr wb

Syukur Alhamdulillah, Buletin LIMAS Edisi November 2020 No 43 dapat kami selesaikan dengan baik. Redaksi menyampaikan apresiasi yang tinggi kepada semua penulis yang telah berpartisipasi membagi pengetahuannya melalui Buletin LIMAS, namun tidak semua tulisan dapat kami terbitkan dikarenakan keterbatasan halaman dan juga berdasarkan proses seleksi dari tim kami. Meski demikian, kami harapkan tulisan yang diterbitkan pada edisi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi para pembaca sekalian. Kami tetap menunggu partisipasi dari semua khalayak untuk mengirimkan tulisan dengan tema yang terkait dunia matematika dan pendidikan matematika ke Buletin LIMAS. Saran dan kritik untuk menjadikan LIMAS lebih baik lagi kedepan tetap kami nantikan dari Anda semua.

Terima kasih.

Sampul Depan



DAFTAR ISI



2

Penerapan Matriks dalam Masalah Matematika



12

Pembelajaran Matematika yang Menyenangkan dengan *Real Contextual Learning*

19

Didactical Engineering dalam Meminimalisasi Kemunculan *Learning Obstacle* pada Pembelajaran Matematika

25

Merancang Pembelajaran Daring Yang Efektif



29

Scilab dalam Pembelajaran Matematika: Bekal Siswa Hadapi Tantangan Abad 21

36

Peran Guru Dalam Merancang Penilaian Sebagai Pembelajaran (*Assessment As Learning*)

43

Aplikasi Sederhana Berbasis untuk Membuat Perangkat Soal Penilaian Harian(PH)

52

Memfaatkan *National Geographic Education Resource Library* Sebagai Sumber Belajar Pada Pembelajaran Matematika

NATIONAL
GEOGRAPHIC

57

Virtual Manipulative: Ubin Aljabar Virtual

64

Bermain-main Dengan Model *Predator-prey System*



Penerapan Matriks dalam Masalah Matematika

*) Choirul Listiani

Pendahuluan

Sesuai dengan Permendikbud No. 37 Tahun 2018, materi Matriks diberikan di jenjang SMA, Kelas XI. Konsep matriks dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam berbagai bidang ilmu, baik dalam bidang matematika sendiri, biologi, ekonomi, fisika dan lain sebagainya. Beberapa contoh permasalahan yang dapat diselesaikan menggunakan konsep matriks diantaranya pengelolaan hutan, jaringan listrik, genetika, pemanenan hewan, masalah pertumbuhan populasi, kriptografi (pembacaan sandi) dan masih banyak lagi. Dalam matematika sendiri, matriks dapat digunakan untuk menyelesaikan sistem persamaan linear, menentukan persamaan garis, menentukan persamaan lingkaran, menentukan luas bangun datar, menyelesaikan masalah terkait transformasi linear dan sebagainya. Ketika membelajarkan materi matriks, dengan menunjukkan manfaat atau penerapannya, kiranya dapat menumbuhkan motivasi tersendiri bagi peserta didik untuk mempelajari materi tersebut. Oleh karena itu akan lebih baik jika para guru mempunyai cukup wawasan terkait penerapan matriks untuk menyelesaikan berbagai masalah, baik di bidang matematika sendiri atau bidang kelimuan yang lain.

Tulisan ini akan membahas penerapan matriks untuk menyelesaikan beberapa masalah dalam matematika, yaitu mencari penyelesaian persamaan linear, menentukan persamaan garis melalui dua titik dan menentukan persamaan lingkaran melalui tiga titik.

1. Menyelesaikan Sistem Persamaan Linear

Bentuk umum persamaan linear dalam n variabel adalah:

$$a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_nx_n = b$$

dengan a_1, a_2, \dots, a_n dan b adalah konstanta real.

Sebuah solusi atau penyelesaian persamaan linear $a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_nx_n = b$ adalah n bilangan s_1, s_2, \dots, s_n sehingga jika $x_1 = s_1, x_2 = s_2, \dots, x_n = s_n$ disubstitusikan memenuhi persamaan. Sebuah himpunan berhingga dari persamaan-persamaan linear disebut sebagai sistem persamaan linear (SPL). Sebuah SPL ada yang mempunyai penyelesaian tunggal, tak berhingga, atau tidak mempunyai penyelesaian. Untuk selanjutnya dalam tulisan ini hanya akan membahas SPL dengan penyelesaian tunggal.

Sesuai Permendikbud No. 37 Tahun 2018, materi SPL dikenalkan pertama kali di jenjang SMP kelas VIII, dan dilanjutkan di jenjang SMA kelas X. Sistem Persamaan Linear yang dibelajarkan di jenjang SMP adalah SPL dua variabel yang terdiri dari dua persamaan, dengan penyelesaian menggunakan metode grafik, substitusi atau eliminasi.

Di jenjang SMA, selain memperdalam SPL dengan dua variabel juga mempelajari SPL dengan tiga variabel. Selain dengan metode eliminasi dan substitusi, alternatif lain untuk menyelesaikan SPL dengan tiga variabel yaitu menggunakan konsep determinan matriks.

Perhatikan contoh permasalahan berikut.

Ani, Nia, dan Ina yang sedang berlibur di rumah Nenek akan pulang ke rumah masing-masing. Sebelum pulang, mereka bertiga pergi bersama – sama ke toko buah untuk membeli buah tangan. Ani membeli 1 kg apel, 2 kg anggur, dan 2 kg jeruk dengan harga Rp 67.000,00. Nia membeli 1 kg apel, 3 kg anggur, dan 1 kg jeruk dengan harga Rp 61.000,00. Ina membeli 1 kg apel, 3 kg anggur, dan 2 kg jeruk dengan harga Rp 80.000,00. Berapakah harga apel, anggur dan jeruk per kg?

Untuk menjawab pertanyaan di atas terlebih dahulu permasalahan kita bawa ke model matematika yang merupakan sistem persamaan linear sebagai berikut.

$$\begin{aligned} x + 2y + 2z &= 122000 \\ x + 3y + z &= 128000 \\ x + 3y + 2z &= 148000 \end{aligned}$$

Sistem persamaan linear di atas dapat ditulis sebagai $AX = B$, dengan A adalah matriks koefisien dari sistem persamaan linear, X adalah variabel dan B adalah konstanta.

$$\underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 1 & 3 & 1 \\ 1 & 3 & 2 \end{bmatrix}}_A \underbrace{\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}}_X = \underbrace{\begin{bmatrix} 122000 \\ 128000 \\ 148000 \end{bmatrix}}_B$$

Penyelesaian sistem persamaan di atas dapat dicari menggunakan aturan cramer, yaitu suatu metode pencarian nilai variabel menggunakan determinan.

Didefinisikan bahwa:

- a. jika elemen matriks B disubstitusikan ke kolom pertama matriks A maka diperoleh

$$\begin{bmatrix} 122000 & 2 & 2 \\ 128000 & 3 & 1 \\ 148000 & 3 & 2 \end{bmatrix}, \text{sebut matriks } A_1$$

- b. jika elemen matriks B disubstitusikan ke kolom kedua matriks A maka diperoleh

$$\begin{bmatrix} 1 & 122000 & 2 \\ 1 & 128000 & 1 \\ 1 & 148000 & 2 \end{bmatrix}, \text{sebut matriks } A_2$$

- c. jika elemen matriks B disubstitusikan ke kolom ketiga matriks A maka diperoleh

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 122000 \\ 1 & 3 & 128000 \\ 1 & 3 & 148000 \end{bmatrix}, \text{sebut matriks } A_3$$

Penyelesaian dari SPL di atas adalah:

$$x = \frac{|A_1|}{|A|}, y = \frac{|A_2|}{|A|}, z = \frac{|A_3|}{|A|}$$

Menggunakan metode sarrus, nilai dari variabel x, y, z dari SPL di atas yaitu:

$$x = \frac{\begin{vmatrix} 122000 & 2 & 2 & 122000 & 2 \\ 128000 & 3 & 1 & 128000 & 3 \\ 148000 & 3 & 2 & 148000 & 3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & 2 & 2 & 1 & 2 \\ 1 & 3 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 3 & 2 & 1 & 3 \end{vmatrix}}$$

$$= \frac{(732000 + 296000 + 768000) - (888000 + 366000 + 512000)}{(6 + 2 + 6) - (6 + 3 + 4)}$$

$$= 30000$$

$$y = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 122000 & 2 & 1 & 122000 \\ 1 & 128000 & 1 & 1 & 128000 \\ 1 & 148000 & 2 & 1 & 148000 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & 2 & 2 & 1 & 2 \\ 1 & 3 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 3 & 2 & 1 & 3 \end{vmatrix}}$$

$$= \frac{(256000 + 122000 + 296000) - (256000 + 148000 + 244000)}{1}$$

$$= 26000$$

$$z = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 2 & 122000 & 1 & 2 \\ 1 & 3 & 128000 & 1 & 3 \\ 1 & 3 & 148000 & 1 & 3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & 2 & 2 & 1 & 2 \\ 1 & 3 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 3 & 2 & 1 & 3 \end{vmatrix}}$$

$$= \frac{(444000 + 256000 + 366000) - (366000 + 384000 + 296000)}{1}$$

$$= 20000$$

Diperoleh penyelesaian dari SPL di atas adalah $x = 30000, y = 26000, z = 20000$. Dengan demikian harga 1 kg apel adalah Rp30.000,00, harga 1 kg anggur adalah Rp26.000,00 dan harga 1 kg jeruk adalah Rp20.000,00.

Masih menggunakan konsep matriks, alternatif lain penyelesaian SPL dengan tiga variabel adalah dengan membawa SPL ke bentuk matriks yang diperbesar (matriks augmented) kemudian dikenakan operasi baris elementer (OBE) pada matriks tersebut sehingga menjadi matriks bentuk eselon baris tereduksi.

Dari sistem persamaan linier:

$$\begin{aligned}x + 2y + 2z &= 122000 \\x + 3y + z &= 128000 \\x + 3y + 2z &= 148000\end{aligned}\tag{1}$$

dibuat matriks augmentednya sebagai berikut:

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 1 & 2 & 2 & 122000 \\ 1 & 3 & 1 & 128000 \\ 1 & 3 & 2 & 148000 \end{array} \right]$$

Jika diperhatikan maka elemen matriks bersesuaian dengan koefisien dan nilai konstanta pada sistem persamaan (1).

Langkah selanjutnya adalah melakukan OBE terhadap matriks augmented di atas sehingga matriks berubah ke dalam bentuk eselon baris tereduksi. Matriks berbentuk eselon baris tereduksi mempunyai sifat-sifat:

1. Jika sebuah baris tidak terdiri seluruhnya dari nol, maka bilangan tak nol pertama di dalam baris tersebut adalah 1 (dinamakan 1 utama).
2. Jika ada suatu baris yang terdiri seluruhnya dari nol, maka semua baris seperti itu dikelompokkan Bersama-sama di bawah matriks.
3. Di dalam sebarang dua baris yang berurutan yang tidak terdiri seluruhnya dari nol, maka 1 utama di baris yang lebih rendah terletak lebih jauh ke kanan daripada 1 utama di dalam baris yang lebih tinggi.
4. Setiap kolom yang mengandung sebuah 1 utama mempunyai nol di tempat lain.

Sebagai contoh matriks berbentuk eselon baris tereduksi adalah:

$$\left[\begin{array}{cccc} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{array} \right]$$

Adapun OBE, pada prinsipnya adalah:

1. mengalikan sebuah baris dengan sebuah konstanta yang tak sama dengan nol,
2. menukarkan dua baris,
3. menambahkan kelipatan dari satu baris kepada baris yang lainnya.

Sekarang kita akan melakukan OBE pada matriks augmented berikut.

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 122000 \\ 1 & 3 & 1 & 128000 \\ 1 & 3 & 2 & 148000 \end{bmatrix}$$

1. Tambahkan -1 kali baris pertama kepada baris kedua sehingga mendapatkan;

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 122000 \\ 0 & 1 & -1 & 6000 \\ 1 & 3 & 2 & 148000 \end{bmatrix}$$

2. Tambahkan -1 kali baris pertama kepada baris ketiga sehingga mendapatkan;

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 122000 \\ 0 & 1 & -1 & 6000 \\ 0 & 1 & 0 & 26000 \end{bmatrix}$$

3. Tambahkan -1 kali baris kedua kepada baris ketiga sehingga mendapatkan:

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 122000 \\ 0 & 1 & -1 & 6000 \\ 0 & 0 & 1 & 20000 \end{bmatrix}$$

4. Tambahkan -2 kali baris kedua kepada baris pertama sehingga mendapatkan;

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 4 & 110000 \\ 0 & 1 & -1 & 6000 \\ 0 & 0 & 1 & 20000 \end{bmatrix}$$

5. Tambahkan -4 kali baris ketiga kepada baris pertama sehingga mendapatkan;

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 30000 \\ 0 & 1 & -1 & 6000 \\ 0 & 0 & 1 & 20000 \end{bmatrix}$$

6. Tambahkan 1 kali baris ketiga kepada baris kedua sehingga mendapatkan;

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 30000 \\ 0 & 1 & 0 & 26000 \\ 0 & 0 & 1 & 20000 \end{bmatrix}$$

Karena 1 utama bersesuaian dengan x , y , dan z , berdasarkan matriks eselon baris tereduksi di atas diperoleh penyelesaian dari SPL adalah $x = 30000$, $y = 26000$, $z = 20000$. Atau dengan kata lain diperoleh harga 1 kg apel adalah Rp30.000,00, harga 1 kg anggur adalah Rp26.000,00 dan harga 1 kg jeruk adalah Rp20.000,00.

Ada kalanya kita lebih mudah menyelesaikan sebuah SPL dengan mengubah matriks augmented ke dalam bentuk eselon baris tanpa meneruskannya ke bentuk eselon baris yang direduksi. Jika hal ini dilakukan maka SPL dapat diselesaikan dengan substitusi balik. Pada matriks augmented di atas, setelah dilakukan OBE, maka matriks dalam bentuk eselon baris tanpa direduksi adalah matriks hasil langkah keempat, yaitu

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 4 & 11000 \\ 0 & 1 & -1 & 6000 \\ 0 & 0 & 1 & 20000 \end{bmatrix}$$

Sistem yang bersesuaian dengan matriks di atas adalah:

$$\begin{aligned} x + 4z &= 11000 \\ y - z &= 6000 \\ z &= 20000 \end{aligned}$$

Dengan substitusi balik diperoleh,

$$y = 6000 + z = 6000 + (20000) = 26000$$

$$x = 110000 - 4z = 110000 - 4(20000) = 30000$$

Dengan demikian diperoleh penyelesaian dari SPL adalah $x = 30000$, $y = 26000$, $z = 20000$.

Penyelesaian SPL dengan prosedur OBE ini akan sangat dirasakan manfaatnya terutama ketika menyelesaikan SPL yang terdiri dari empat persamaan atau lebih.

2. Menentukan Persamaan Garis Melalui Dua Titik

Bentuk umum persamaan garis adalah:

$$y = mx + c$$

dengan x dan y adalah variabel yang mempunyai pangkat tertinggi satu, dan m adalah gradien/kemiringan, c adalah konstanta yang memotong sumbu y .

Ada 3 kasus untuk menentukan persamaan garis, yaitu:

1. jika diketahui kemiringan (m) dan nilai c
2. jika diketahui kemiringan (m) dan sebuah titik pada garis
3. jika diketahui dua titik pada garis

Pada pembahasan kali ini akan difokuskan pada menentukan persamaan garis jika diketahui dua titik pada garis.

Pada Permendikbud No. 37 Tahun 2018, persamaan garis melalui dua titik ini sudah dipelajari di jenjang SMP Kelas VIII. Alternatif cara menentukan persamaan garis melalui dua titik yang dipelajari di jenjang SMP yaitu dengan mencari nilai m dan c terlebih dahulu, atau menggunakan kesamaan dua kemiringan, atau menggunakan rumus persamaan garis melalui dua titik.

Matriks, selain dapat digunakan untuk mencari penyelesaian SPL, juga dapat digunakan untuk menentukan persamaan garis yang melalui dua titik.

Bentuk umum persamaan garis, selain dapat dinyatakan sebagai $y = mx + c$, juga dapat dituliskan sebagai,

$$ax + by + c = 0 \quad (2)$$

dengan a , b , dan c tidak semuanya nol. Dua titik, misal (x_1, y_1) dan (x_2, y_2) yang melewati garis tersebut, jika disubstitusikan ke dalam (2) akan diperoleh,

$$ax_1 + by_1 + c = 0 \quad (3)$$

$$ax_2 + by_2 + c = 0 \quad (4)$$

Jika ketiga persamaan (2), (3) dan (4) dikelompokkan bersama-sama akan membentuk sebuah sistem linear yang homogen sebagai berikut.

$$\begin{aligned} xa + yb + c &= 0 & (5) \\ x_1a + by_1b + c &= 0 \\ x_2a + by_2b + c &= 0 \end{aligned}$$

Suatu sistem persamaan linear dikatakan homogen jika konstantanya nol. Karena a , b , c tidak semuanya nol maka sistem ini mempunyai sebuah penyelesaian tak trivial. Penyelesaian tak trivial yaitu jika ada nilai lain selain nol yang menjadi penyelesaian dari sistem persamaan. Dengan demikian determinan dari matriks koefisien sistem tersebut sama dengan nol.

Ingat kembali sebuah teorema yang mengatakan bahwa sebuah sistem linear homogen yang terdiri dari sejumlah persamaan yang banyaknya sama dengan banyaknya bilangan yang tidak diketahui akan mempunyai penyelesaian tak trivial jika dan hanya jika determinan dari sistem tersebut adalah nol.

Kembali ke determinan, maka determinan dari matriks koefisien sistem persamaan (5) di atas dapat ditulis:

$$\begin{vmatrix} x & y & 1 \\ x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \end{vmatrix} = 0 \quad (6)$$

Perhatikan contoh permasalahan berikut.

Tentukan persamaan garis yang melalui $(1, -2)$ dan $(3, 4)$!

Dengan mensubstitusikan kedua titik ke dalam (5) diperoleh:

$$\begin{vmatrix} x & y & 1 \\ 1 & -2 & 1 \\ 3 & 4 & 1 \end{vmatrix} = 0$$

Dengan metode sarrus diperoleh:

$$\begin{vmatrix} x & y & 1 \\ 1 & -2 & 1 \\ 3 & 4 & 1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} x & y \\ 1 & -2 \\ 3 & 4 \end{vmatrix} = 0$$

$$\Leftrightarrow (-2x + 3y + 4) - (-6 + 4x + y) = 0$$

$$\Leftrightarrow -6x + 2y + 10 = 0$$

$$\Leftrightarrow -3x + y + 5 = 0$$

Dengan demikian persamaan garis yang melalui $(1, -2)$ dan $(3, 4)$ adalah $-3x + y + 5 = 0$.

3. Menentukan Persamaan Lingkaran Melalui Tiga Titik

Bentuk umum persamaan lingkaran dapat ditulis sebagai:

$$a(x^2 + y^2) + bx + cy + d = 0 \quad (7)$$

Misalkan terdapat tiga titik berlainan dalam suatu bidang, misal (x_1, y_1) , (x_2, y_2) dan (x_3, y_3) , yang tidak terletak pada satu garis lurus, maka ada sebuah lingkaran yang melalui ketiga titik tersebut yang persamaannya dapat dicari menggunakan matriks.

Apabila ketiga titik (x_1, y_1) , (x_2, y_2) dan (x_3, y_3) disubstitusikan ke dalam persamaan (7) akan diperoleh sistem persamaan linear homogen sebagai berikut.

$$a(x_1^2 + y_1^2) + bx_1 + cy_1 + d = 0$$

$$a(x_2^2 + y_2^2) + bx_2 + cy_2 + d = 0$$

$$a(x_3^2 + y_3^2) + bx_3 + cy_3 + d = 0$$

Sistem persamaan linear homogen di atas mempunyai sebuah penyelesaian tak trivial untuk a, b, c , dan d . Dengan demikian determinan dari matriks koefisien sistem persamaan linear homogen di atas sama dengan nol.

$$\begin{vmatrix} x^2 + y^2 & x & y & 1 \\ x_1^2 + y_1^2 & x_1 & y_1 & 1 \\ x_2^2 + y_2^2 & x_2 & y_2 & 1 \\ x_3^2 + y_3^2 & x_3 & y_3 & 1 \end{vmatrix} = 0 \quad (8)$$

Sebagai contoh, akan ditentukan persamaan lingkaran yang melalui titik $(2, -4)$, $(5, -1)$, dan $(-1, -1)$. Substitusikan ketiga titik ke dalam persamaan (8), sehingga diperoleh,

$$\begin{vmatrix} x^2 + y^2 & x & y & 1 \\ 2^2 + (-4)^2 & 2 & -4 & 1 \\ 5^2 + (-1)^2 & 5 & -1 & 1 \\ (-1)^2 + (-1)^2 & -1 & -1 & 1 \end{vmatrix} = 0$$

$$\begin{vmatrix} x^2 + y^2 & x & y & 1 \\ 20 & 2 & -4 & 1 \\ 26 & 5 & -1 & 1 \\ 2 & -1 & -1 & 1 \end{vmatrix} = 0 \quad (9)$$

Jika determinan matriks di atas dicari menggunakan metode kofaktor akan diperoleh minor dan kofaktor sebagai berikut,

$$M_{11} = \begin{vmatrix} 2 & -4 & 1 & 2 & -4 \\ 5 & -1 & 1 & 5 & -1 \\ -1 & -1 & 1 & -1 & -1 \end{vmatrix} = (-2 + 4 - 5) - (1 - 2 - 20) = 18$$

$$M_{12} = \begin{vmatrix} 20 & -4 & 1 & 20 & -4 \\ 26 & -1 & 1 & 26 & -1 \\ 2 & -1 & 1 & 2 & -1 \end{vmatrix} = (-20 - 8 - 26) - (-2 - 20 - 104) = 72$$

$$M_{13} = \begin{vmatrix} 20 & 2 & 1 & 20 & 2 \\ 26 & 5 & 1 & 26 & 5 \\ 2 & -1 & 1 & 2 & -1 \end{vmatrix} = (100 + 4 - 26) - (10 - 20 + 52) = 36$$

$$M_{14} = \begin{vmatrix} 20 & 2 & -4 & 20 & 2 \\ 26 & 5 & -1 & 26 & 5 \\ 2 & -1 & -1 & 2 & -1 \end{vmatrix} = (-100 - 4 + 104) - (-40 + 20 - 52) = 72$$

$$C_{11} = (-1)^{1+1}M_{11} = 1 \times 18 = 18$$

$$C_{12} = (-1)^{1+2}M_{12} = (-1) \times 72 = -72$$

$$C_{13} = (-1)^{1+3}M_{13} = 1 \times 36 = 36$$

$$C_{14} = (-1)^{1+4}M_{14} = (-1) \times 36 = -36$$

Kembali ke persamaan (9), diperoleh

$$\begin{vmatrix} x^2 + y^2 & x & y & 1 \\ 20 & 2 & -4 & 1 \\ 26 & 5 & -1 & 1 \\ 2 & -1 & -1 & 1 \end{vmatrix} = 0$$

$$C_{11}a_{11} + C_{12}a_{12} + C_{13}a_{13} = 0$$

$$18(x^2 + y^2) - 72x + 36y - 72 = 0$$

atau

$$x^2 + y^2 - 4x + 2y - 4 = 0, \quad (10)$$

yang tak lain merupakan persamaan lingkaran.

Ingat kembali bahwa dari persamaan umum lingkaran (7), dapat ditentukan titik pusat lingkaran, yaitu $P\left(-\frac{1}{2}a, -\frac{1}{2}b\right)$, dan jari-jari lingkaran yaitu $r = \sqrt{\frac{1}{4}a^2 + \frac{1}{4}b^2 + c}$.

Dengan demikian persamaan lingkaran (10) mempunyai titik pusat $P(2, -1)$ dan jari-jari $r = 3$.

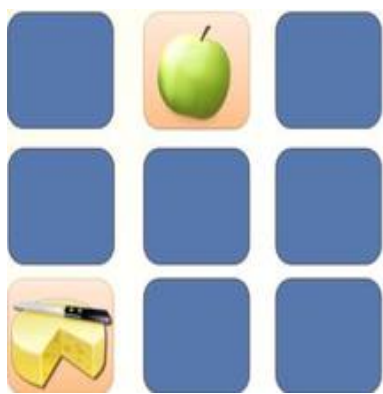
Penutup

Pembahasan di atas menggambarkan bagaimana konsep matriks dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam matematika, yaitu untuk menyelesaikan sistem persamaan linear, menentukan persamaan garis melalui dua titik dan menentukan persamaan lingkaran melalui tiga titik. Selain itu masih banyak lagi permasalahan matematika yang dapat diselesaikan menggunakan konsep matriks seperti menentukan luas bangun datar, menentukan persamaan bidang melalui tiga titik, menentukan persamaan bola melalui empat titik, menyelesaikan masalah transformasi, dan sebagainya. Konsep pada matriks yang digunakan dalam tulisan di atas adalah determinan, OBE, matriks augmented. Tentunya masih banyak konsep lain pada matriks yang dapat digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah, baik dalam matematika sendiri atau bidang yang lain. Dengan mengetahui kegunaan matriks lebih luas, harapannya dapat memberi motivasi tersendiri, memberi kebermaknaan tersendiri dalam belajar matriks.

Semoga sedikit tulisan tentang penerapan matriks dalam masalah matematika ini, meski masih terdapat kekurangan, dapat memberikan manfaat bagi para pembaca. Semoga!

*) Choirul Listiani, M.Si.

Widyaiswara PPPPTK Matematika Yogyakarta



PEMBELAJARAN MATEMATIKA YANG MENYENANGKAN DENGAN *REAL CONTEXTUAL LEARNING*

*) Heri Risdianto

A. PENDAHULUAN

Kegiatan belajar merupakan kegiatan yang paling pokok dalam keseluruhan proses pendidikan di sekolah, sehingga berhasil atau tidaknya tujuan pendidikan sangat tergantung bagaimana proses kegiatan belajar itu berlangsung. Undang-undang Nomor 20 tahun 2003 tentang Sisdiknas Pasal 40 ayat 2 menjelaskan bahwa pendidik dan tenaga pendidik berkewajiban menciptakan suasana pendidikan yang bermakna, menyenangkan, kreatif, dinamis, dan dialogis.

Namun pada kenyataannya pembelajaran matematika sering diinterpretasikan sebagai aktivitas utama yang dilakukan guru, yaitu guru mengenalkan materi, mungkin mengajukan satu atau dua pertanyaan, dan meminta siswa yang pasif untuk aktif dengan memulai melengkapi latihan dari buku teks, pelajaran diakhiri dengan pengorganisasian yang baik dan pembelajaran selanjutnya dilakukan dengan skenario yang serupa.

Pembelajaran kontekstual pun hanya menjadi teori belaka. Guru memberi contoh penerapan materi dari buku-buku yang sudah ada tanpa mau menggunakan masalah kontekstual di sekitarnya. Padahal pembelajaran akan lebih bermakna jika siswa terlibat langsung dalam menyelesaikan masalah yang ada di sekitarnya.

B. PEMBELAJARAN DENGAN *REAL CONTEXTUAL LEARNING*

Dalam setiap kesempatan, pembelajaran matematika hendaknya dimulai dengan pengenalan masalah yang sesuai dengan situasi (*contextual problem*). Dengan mengajukan masalah kontekstual, peserta didik secara bertahap dibimbing untuk menguasai konsep matematika. Untuk meningkatkan keefektifan pembelajaran, guru diharapkan menggunakan alat peraga, atau media lainnya. Selain itu, perlu ada pembahasan mengenai bagaimana matematika banyak diterapkan dalam teknologi informasi sebagai perluasan pengetahuan siswa.

Pada level kognitif aplikasi, siswa harus menentukan, menghitung, memodelkan, menyelesaikan masalah. Lingkup materi matematika sendiri dibagi atas 4 yaitu:

- (1) Aljabar: siswa memiliki kemampuan mengaplikasikan konsep aljabar pada topik; fungsi, komposisi fungsi, fungsi invers, dan grafik fungsi, fungsi kuadrat, sistem persamaan dan sistem pertidaksamaan linear, program linear, operasi, determinan, dan invers matriks, barisan dan deret (aritmetika dan geometri).
- (2) Kalkulus: siswa memiliki kemampuan mengaplikasikan konsep kalkulus pada topik; limit fungsi aljabar, turunan fungsi aljabar, integral tak tentu fungsi aljabar.
- (3) Geometri dan Trigonometri: siswa memiliki kemampuan mengaplikasikan konsep geometri dan trigonometri pada topik; perbandingan trigonometri, fungsi trigonometri dan grafiknya, aturan sinus dan cosinus, jarak dari titik ke titik, garis, dan bidang, transformasi geometri.
- (4) Statistika dan Peluang: siswa memiliki kemampuan memahami konsep dasar pada topik; penyajian data dalam bentuk tabel, diagram, dan grafik, ukuran pemusatan dan penyebaran data, kaidah pencacahan, peluang suatu kejadian

Berikut ini adalah beberapa pembelajaran kontekstual yang dapat dilakukan dengan melibatkan siswa dan masalah di sekitar sekolah baik dengan peralatan sederhana maupun dengan menggunakan komputer atau *smartphone* berdasarkan lingkup materi.

1. Aljabar

Materi Aljabar adalah materi yang paling banyak. Siswa banyak merasa kesulitan karena sering dihadapkan pada masalah-masalah abstrak. Sebenarnya permasalahan tersebut dapat kita kongkretkan dengan bantuan aplikasi komputer atau *smartphone*.

Salah satu contohnya adalah permasalahan program linier. Contoh soal dalam menyelesaikan soal cerita masalah program linier berikut: Seorang anak setelah lulus SMA akan berwirausaha dengan berjualan kue. Anak tersebut mempunyai modal Rp 145.000,- dan mempunyai keranjang yang dapat menampung 400 kue. Anak tersebut membeli tempe seharga Rp 250,- dan dijual Rp 300,- dan membeli tahu seharga Rp 400,- dan dijual Rp 500,- Berapakah keuntungan maksimum yang dapat diperoleh anak tersebut?

Penyelesaian Permasalahan tersebut dapat kita awali dengan memodelkan masalah, melukis garis dan menentukan daerah penyelesaian system pertidaksamaan linier yang semuanya itu dapat kita kongkretkan dengan aplikasi semisal Geogebra baik yang versi komputer maupun versi *smartphone*. Siswa dengan bantuan guru dapat bersama-sama menyelesaikan masalah tersebut.



Gambar 1. Kegiatan Pembelajaran Program Linier

2. Kalkulus

Luas daerah antara dua kurva dan volume benda putar adalah materi aplikasi Integral. Pada materi ini siswa diminta untuk menghitung luas daun yang mereka cari sendiri dengan menggunakan integral. Siswa dapat juga menggunakan software Autograph sebagai alat bantu untuk melukis persamaan kurva yang mereka peroleh dan memeriksa hasil yang mereka peroleh dengan perhitungan manual.



Gambar 2. Menentukan luas daun dengan software Autograph

3. Trigonometri dan Geometri

a. Perbandingan Trigonometri

Perbandingan trigonometri adalah materi matematika wajib kelas X pada kurikulum 2013. Pada pembelajaran perbandingan trigonometri siswa diminta membuat alat klinometer sederhana dengan memanfaatkan pipa, busur, benang, timah dan meteran. Siswa diajak ke tempat lapang di sekitar sekolah. Siswa mengukur tinggi benda-benda disekitar tempat tersebut seperti pohon cemara, tiang listrik, baliho dan sebagainya dengan LKS yang telah disiapkan.



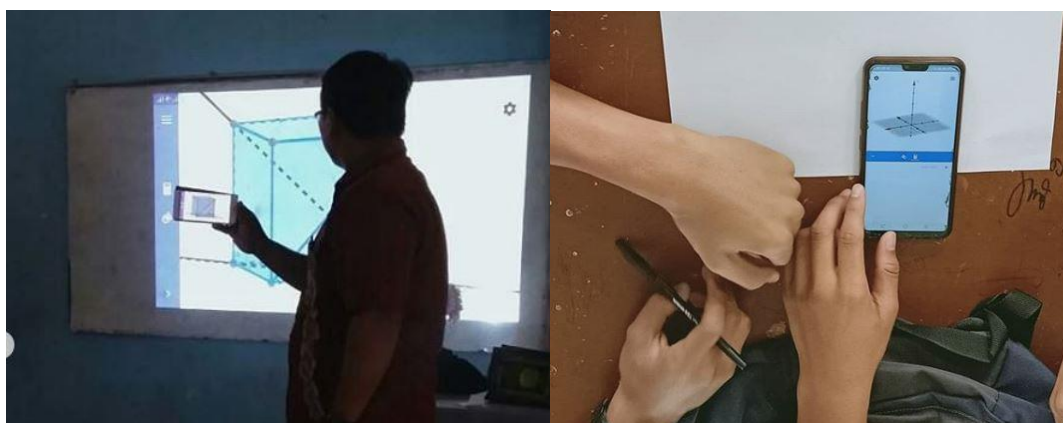
Gambar 3. Kegiatan mengukur suatu objek di Lapangan Merdeka Kota Langsa

b. Dimensi Tiga

Dalam memberikan pembelajaran matematika kepada siswa selama ini, sebagian besar siswa sulit memahami materi dimensi tiga, khususnya tentang irisan bidang dengan bangun ruang. Meskipun guru sudah berupaya membimbing siswa dalam memahami konsep pada dimensi tiga dengan cara menunjukkan sketsa gambar dan langkah-langkahnya.

Akar penyebabnya adalah karena garis dan bidang adalah benda abstrak sementara guru menggambarkan pada benda kongkrit dimensi dua yaitu papan tulis dengan spidol sehingga banyak garis-garis yang sebenarnya tidak berpotongan tampak berpotongan, sehingga siswa tidak dapat menentukan kedudukan garis pada bangun ruang tersebut yang menyebabkan miskonsepsi pada siswa tersebut.

Salah satu cara mengatasi kesulitan belajar Dimensi 3 adalah dengan menerapkan model pembelajaran langsung berbantuan software Geogebra. Dengan model pembelajaran langsung berbantuan software Geogebra guru dapat mengkonkritkan bangun ruang yang abstrak tersebut, sehingga siswa dapat melihat Bangun Ruang tersebut dari berbagai sisi. Dengan model pembelajaran tersebut guru dapat memperagakan irisan bangun ruang yang terbentuk dan dapat dilihat dari berbagai sudut pandang sehingga diharapkan tidak lagi terjadi miskonsepsi pada siswa dalam melihat garis-garis yang berpotongan pada bangun ruang tersebut.



Gambar 4. Penggunaan geogebra versi Android

4. Statistika

Materi statistika adalah materi yang paling banyak kita jumpai di sekitar kita. Untuk membaca tabel dan diagram, siswa diminta untuk memoto grafik dan diagram yang ada di kantor desa atau kelurahan masing-masing, kemudian siswa secara berkelompok mempresentasikan kepada teman-temannya di depan kelas. Sebagian besar siswa ternyata dapat membaca diagram yang mereka ambil tersebut yang berupa diagram batang, garis dan lingkaran.

Untuk ukuran pemusatan data tunggal siswa dapat menggunakan nilai raportnya untuk menentukan rata-rata, median dan modus data, sedangkan untuk data berkelompok siswa diminta mengumpulkan data tinggi badan dan berat badannya. Dari data tersebut siswa diminta untuk membuat tabel distribusi frekuensi dan histogram. Data tersebut juga dapat digunakan untuk ukuran pemusatan data berkelompok, sehingga siswa dapat menemukan cara mengumpulkan data baik dengan mengukur maupun menghitung.



Gambar 5. Siswa mengumpulkan, mengolah dan mempresentasikan data

C. HASIL YANG DICAPAI

Dari pembelajaran yang telah dilaksanakan di atas menunjukkan bahwa teknologi bukanlah segalanya walaupun harus kita akui bahwa teknologi sangat membantu pekerjaan kita. Namun dengan kemauan, kerja keras, dan kerja sama yang solid ternyata peserta didik dapat menyelesaikan masalah matematika yang nyata dengan menyenangkan.

1. Faktor-faktor Pendukung dan Penghambat

Faktor yang mendukung terlaksananya kegiatan pembelajaran ini adalah kemauan siswa yang kuat untuk belajar sehingga siswa tidak malu dan malas membawa perlengkapan yang dibutuhkan dalam pembelajaran, serta lingkungan belajar yang nyaman seperti lapangan merdeka Kota Langsa yang dikelilinginya memiliki pohon besar yang membuat siswa nyaman berada di bawahnya. Namun tetap saja ada beberapa siswa yang malas belajar di manapun pembelajaran dilaksanakan yang mengganggu dan mempengaruhi temannya yang mau belajar.

2. Tindak Lanjut

Menindak lanjuti hal tersebut maka perlu di ambil tindakan kepada peserta didik dengan mengurangi jumlah anggota dalam satu kelompok. Hal ini membuat peserta didik merasa dibutuhkan dalam kelompoknya karena semua harus terlibat dalam kelompoknya.

D. PENUTUP

1. Kesimpulan

Dari pembelajaran-pembelajaran di atas dapat disimpulkan bahwa *Real Contextual Learning* adalah pembelajaran yang membawa siswa ke masalah nyata yang ada di sekitarnya. Hal ini membuat siswa merasa membutuhkan matematika dan ingin mempelajari matematika karena matematika merupakan kebutuhannya. Dengan pembelajaran kontekstual siswa lebih tertarik belajar dan tahu untuk apa belajar, sehingga pembelajaran menjadi bermakna, paling tidak siswa senang belajar.

Pembelajaran kontekstual tidak menjadi teori saja yang hanya di berikan berupa contoh-contoh saja namun dapat dipraktekkan langsung pada masalah nyata yang ada disekitar siswa.

Jika satu guru saja membuat pembelajaran kontekstual yang nyata, kemudian dapat membagikan kepada teman guru lainnya, maka pembelajaran di Indonesia pastilah akan menjadi pembelajaran yang menyenangkan dan sekolah-sekolah di Indonesia akan menjadi tempat yang menyenangkan bagi siswa.

2. Saran

Jika dalam pembelajaran guru dapat menentukan dan menggunakan alat yang tepat, maka pembelajaran akan menjadi kegiatan yang menyenangkan bagi peserta didik. Tidak hanya pelajaran Matematika, untuk pelajaran-pelajaran yang lain juga di sarankan guru untuk menggunakan *Real Contextual Learning*

DAFTAR PUSTAKA

Arsyad, Azhar. 2011. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.

Ekawati, Aminah. 2016. *Penggunaan Software GeoGebra dan Microsoft Mathematic dalam Pembelajaran Matematika*. Math Didactic: Jurnal Pendidikan Matematika. Vol. 2, No. 3.

Ismanto, Edi. 2017. *Pemanfaatan Smartphone Android Sebagai Media Pembelajaran Bagi Guru SMA Negeri 2 Kota Pekanbaru*. Jurnal Untukmu Negeri. Vol. 1, No. 1.

Kustandi, C. & Sutjipto, B. 2011. *Media Pembelajaran: Manual dan Digital*. Bogor: Ghalia Indonesia.

Rohman, Moch. Fatkoer. 2018. *Panduan Penggunaan GeoGebra (Software Alat Bantu Pembelajaran Matematika)*. (online). <http://www.mathzone.web.id>. (diakses tanggal 09 April 2020).

Wardana, N. *Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah dan Ketahananmalangan Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dan Pemahaman Konsep* (online).

<https://edukasi.kompas.com/read/2020/01/14/19442901/kisi-kisi-un-2020-sma-jurusan-ipa-mapel-matematika>

*) Heri Risdianto
SMA Negeri 3 Langsa, Kota Langsa, Aceh



***Didactical Engineering* dalam Meminimalisasi Kemunculan *Learning Obstacle* pada Pembelajaran Matematika**

*) Ropal Aria Silo

1. Pendahuluan

Dalam pelaksanaan proses belajar mengajar di kelas, sering ditemukan munculnya kendala-kendala atau kesulitan belajar yang dapat mempengaruhi pencapaian pengetahuan siswa. Kendala-kendala atau kesulitan belajar yang terjadi pada saat proses pencapaian pengetahuan disebut dengan hambatan belajar (*learning obstacles*). Kemunculan *learning obstacles* tidak terlepas dari keberadaan siswa sebagai individu yang unik dan memiliki karakteristik khusus pada setiap tahap perkembangannya. Hal ini berarti siswa mengalami proses atau aktivitas belajar yang berbeda antara satu siswa dengan siswa lainnya. Perbedaan aktivitas belajar inilah yang harus mendapat perhatian dan dapat menjadi dasar guru dalam menanamkan konsep pembelajaran di kelas.

Dalam proses pembelajaran, pencapaian penguasaan konsep-konsep matematika siswa, sering tidak sesuai atau bahkan kadang-kadang bertolak belakang dengan apa yang telah direncanakan oleh guru atau tidak sesuai ekspektasi/harapan. Keadaan ini bisa disebabkan oleh proses pembelajaran yang kurang melibatkan siswa di dalam pemerolehan pengetahuannya ataupun disebabkan oleh pandangan negatif siswa terhadap matematika. Adanya pandangan negatif siswa tersebut disebabkan oleh mitos/anggapan

atau *stereotype* negatif mengenai matematika, diantaranya: matematika merupakan pelajaran yang sulit; hanya anak-anak yang pintar saja yang dapat mempelajari dan menguasai matematika. Matematika adalah pelajaran yang menjenuhkan dan tidak mengasyikan; matematika identik dengan hafalan rumus-rumus dengan banyak rumus dan susah; matematika adalah ilmu pasti yang kaku dan selalu berhubungan dengan kecepatan menghitung; dan ilmu matematika tidak berhubungan dengan kenyataan kehidupan sehari-hari.

Pandangan negatif siswa terhadap matematika pada akhirnya akan bermuara pada munculnya *learning obstacles*. Guna meminimalisasi kemunculan *learning obstacles* tersebut guru mengupayakan beragam alternatif. Alternatif tersebut misalnya melalui penggunaan metode, model, atau media interaktif untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diinginkan. Terlepas dari beragam upaya yang dilakukan guru dalam meminimalisasi kemunculan *learning obstacles* tersebut, hal lain yang mungkin luput dari perhatian yaitu mengenai “apa dan mengapa” penyebab hambatan/masalah tersebut muncul. “Apa” terkait dengan jenis hambatan yang muncul selama proses pembelajaran, dan “mengapa” terkait dengan sebab kemunculan hambatan belajar tersebut. “Apa dan mengapa” yang muncul dalam aktivitas belajar di kelas ini (akar permasalahan) berhubungan dengan *milieu* (lingkungan belajar), sumber belajar, dan situasi *a-didaktis* (situasi dimana siswa diarahkan untuk dapat membuat konjektur-konjektur dari masalah yang disajikan). Proses untuk mengetahui “apa dan mengapa” kemunculan *learning obstacle* inilah yang akan menjadi dasar bagi guru dalam mengupayakan alternatif terbaik untuk meminimalisasi munculnya *learning obstacles* tersebut.

Berkaitan dengan uraian di atas, tulisan ini akan menguraikan tentang desain *didactical engineering* untuk meminimalisasi kemunculan *learning obstacles* yang terjadi. Desain *didactical engineering* ini berusaha menganalisis keterkaitan antara kemunculan *learning obstacle*, sumber belajar (*milieu*), dan situasi *a-didaktis* yang dibingkai dalam suatu *setting milieu* yang terkontrol dengan berdasarkan pada teori situasi didaktis (*theory of didactical situations*) (Brousseau, 2002, hlm. 9).

2. Didactical Engineering di dalam Pendidikan

Gagasan penggunaan *didactical engineering* pertama kali muncul dalam kurikulum dimulai pada tahun 1990-an (Tchoshanov, 2013: 25). *Didactical engineering* menurut Douady (1997) didefinisikan sebagai tindakan seorang guru-insinyur yang terkait dengan tindakan didaktis untuk memastikan pelaksanaan proyek belajar dengan sekelompok siswa. Pengertian lain juga diungkapkan oleh Artigue (2009: 4) yang menyatakan bahwa *didactical engineering* adalah suatu rekayasa didaktis untuk tindakan berbasis penelitian pada sistem-sistem pendidikan (dengan metafora guru dilihat sebagai seorang insinyur). Ruthven (2002) menyebutkan bahwa *didactical engineering* bertujuan untuk mengembangkan desain pembelajaran yang tepat, dimana nantinya kondisi akan dibuat di bawah terkontrol sesuai dengan kelas dan kebutuhan siswa. Untuk menghasilkan sebuah desain pembelajaran yang tepat dapat dilakukan melalui analisis strategis dan sistematis yang dibingkai dalam syarat-syarat dari sebuah teori didaktis.

Didactical engineering dianggap sebagai rancangan dan evaluasi terhadap proses pembelajaran dengan maksud untuk memicu munculnya fenomena-fenomena di dalam pendidikan dan untuk mengembangkan sumber-sumber ajar yang diujikan secara ilmiah. Pada kenyataannya, *didactical engineering* telah menjadi metodologi penelitian didaktis yang istimewa di Perancis (Artigue, 2009). Gagasan dari *didactical engineering* ini memberikan kontribusi untuk menempatkan desain dalam penelitian pendidikan matematika.

Brousseau (2002) mengemukakan sebuah teori dalam pembelajaran matematika yaitu teori situasi didaktis (*theory of didactical situation*). Pada intinya teori ini menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran yang dilakukan oleh guru dapat memunculkan situasi yang dapat menjadi awal terbentuknya proses pembelajaran. Menurut teori situasi didaktis semua pengetahuan matematika dapat diajarkan dengan cara menempatkan siswa pada situasi yang tepat, dimana terjadi interaksi antara tiga elemen, yaitu: siswa, guru dan *milieu* (lingkungan belajar) (Warfield, 2006, hlm. 105; Modesteu, 2013, hlm. 163). Situasi didaktis ini berpotensi untuk meningkatkan interaktivitas antar individu dalam suatu lingkungan (*milieu*) ataupun interaktivitas antar *milieu*. *Milieu* adalah semua objek material, pengetahuan yang dimiliki, dan interaksi dengan orang lain selama aktivitas yang berjalan (Brousseau, 2002).

Situasi dalam teori situasi didaktis ini terbagi menjadi dua yaitu situasi a-didaktis dan situasi didaktis (Artigue, 2014). Situasi a-didaktis adalah semua perbuatan siswa pada saat aktivitas yang melibatkan interaksi dengan *milieu*. Rangkaian interaksi siswa dan *milieu* membentuk *dialectic of action* dimana siswa mampu mengantisipasi hasil dari pilihan perbuatannya dan di saat bersamaan strategi yang dipilihnya merupakan proposisi yang diterima atau ditolak oleh percobaan-percobaan yang dilakukan siswa melalui semacam dialog dengan situasi-situasi yang terjadi (Brousseau, 2002). Situasi didaktis ini melibatkan guru ke dalam aktivitas melalui sistem interaksi siswa dengan masalah yang disajikannya.

3. Pelaksanaan *Didactical Engineering*

3.1 Tahapan *didactical engineering*

Didactical engineering ini terdiri dari tiga tahapan (Canu, Duque, dan de Hosson, 2016, hlm. 6), yaitu: 1) analisis pendahuluan, dimana kerangka teoritis dan tujuan penelitian ditetapkan; 2) merancang dan menetapkan analisis *a priori* ke dalam sebuah desain pembelajaran; dan 3) melaksanakan desain yang telah dirancang, membuat analisis *a posteriori* dari desain yang telah dilaksanakan, kemudian memvalidasi dan menarik kesimpulan dari keseluruhan tahapan yang dilalui. Tahapan *didactical engineering* ini kemudian dimodifikasi, seperti yang terlihat pada Tabel 1 di bawah ini. **Tabel 1.** Tahapan-tahapan *didactical engineering*

Tahap	Langkah Praktis	Aktivitas	Produk
1.	Analisis pendahuluan	Pada tahap pertama, guru melaksanakan analisis pendahuluan yang berguna untuk menyelidiki kondisi epistemologi, kognitif, dan institusional beserta dengan hambatan-hambatan yang terjadi. Berdasarkan hasil penyelidikan tersebut disusunlah <i>hypothetical learning trajectory</i> yang sesuai dengan karakteristik siswa.	<ul style="list-style-type: none"> • Kompilasi jenis-jenis <i>obstacles</i>. • Alur materi dalam bentuk <i>hypothetical learning trajectory</i>.
2.	Mendesain dan membuat	Pada tahap kedua, guru mendesain dan membuat analisis <i>a priori</i> atau analisis hipotetis dengan	<ul style="list-style-type: none"> • Desain pembelajaran.

Tahap	Langkah Praktis	Aktivitas	Produk
	analisis <i>a priori</i> dan antisipasi didaktis	memfokuskan pada identifikasi dan pemilihan nilai untuk variabel didaktis (variabel yang dikembangkan) dan antisipasi terhadap efek potensial variabel didaktis tersebut terhadap interaksi antara siswa dengan <i>milieu</i> (lingkungan belajar)	<ul style="list-style-type: none"> • Daftar hipotesis respons siswa terhadap desain pembelajaran. • Daftar antisipasi didaktis.
3.	Pelaksanaan penelitian	Pada tahap ketiga, guru menerapkan desain yang telah dirancang pada tahap sebelumnya dan melihat sejauh mana hasil dari analisis <i>a priori</i> yang telah dibuat.	<ul style="list-style-type: none"> • Deskripsi implementasi desain pembelajaran.
4.	Analisis <i>a posteriori</i>	Pada tahap keempat, guru melakukan analisis setelah implementasi desain (hasil penelitian) dan membandingkannya dengan analisis <i>a priori</i> (analisis hipotetis).	<ul style="list-style-type: none"> • Laporan hasil analisis <i>a priori</i> dan <i>a posteriori</i>.
5.	Validasi dan penarikan kesimpulan	Pada tahap kelima, guru memvalidasi hipotesis yang mendasari desain yang dirancang, kemudian menarik kesimpulan dari seluruh tahapan yang telah dilakukan.	<ul style="list-style-type: none"> • Laporan akhir berupa validasi terhadap hipotesis (analisis <i>a priori</i>) dan kesimpulan keseluruhan tahapan.

3.2 Mengembangkan desain *didactical engineering*

Pada tahap analisis pendahuluan, hal yang perlu dilakukan oleh guru adalah menyelidiki kemunculan *learning obstacles* yang mungkin terjadi selama proses pembelajaran. Brousseau (2002, hlm. 86-87) mengemukakan tiga faktor yang dapat menyebabkan munculnya hambatan atau kesulitan belajar pada siswa saat proses pembelajaran berlangsung. Faktor-faktor tersebut dapat dikategorikan ke dalam:

- *Ontogenical Learning Obstacle*, berupa kesulitan belajar berdasarkan aspek psikologis, di mana siswa mengalami kesulitan belajar karena belum memiliki kesiapan mental. Kesiapan ini dapat berupa cara berpikir siswa yang belum sesuai dikarenakan faktor usia dan tingkat perkembangannya. Oleh sebab itu dalam membangun pengetahuan siswa, hendaknya mengacu pada kemampuan dan tahapan

perkembangan yang sesuai dengan kesiapan siswa, sehingga tidak akan menimbulkan hambatan bagi siswa itu sendiri.

- *Didactical Learning Obstacle*, berupa kesulitan belajar yang terjadi karena adanya kekeliruan sajian bahan ajar, dalam hal ini bahan ajar yang digunakan dapat menimbulkan miskonsepsi. Hambatan didaktis ini juga dapat berasal dari pemberian konsep yang salah ataupun dari pengajaran konsep yang tidak sesuai dengan kesiapan anak. Hambatan didaktis ini biasanya juga dapat terjadi akibat kekeliruan proses pembelajaran yang berasal dari sistem pembelajaran yang ada di sekolah itu sendiri.
- *Epistemological Learning Obstacle*, berupa kesulitan belajar yang disebabkan karena pemahaman siswa tentang sebuah konsep yang tidak lengkap (hanya dilihat dari asal-usulnya saja). *Epistemological learning obstacle* ini pada hakikatnya merupakan hambatan belajar yang ditandai dengan terbatasnya pengetahuan seseorang (siswa) pada konteks tertentu. Jika orang tersebut dihadapkan pada konteks berbeda, maka pengetahuan yang dimilikinya menjadi tidak bisa digunakan atau akan mengalami kesulitan untuk menggunakannya. Kemunculan hambatan epistemologis ini menunjukkan adanya proses pembelajaran yang yang sebenarnya memerlukan beberapa pengaturan terkait dengan produktivitasnya terhadap kemampuan yang diharapkan pada siswa.

Apabila ditemukan *learning obstacles*, langkah yang perlu dilakukan selanjutnya adalah melakukan kategorisasi jenis hambatan ke dalam faktor penyebabnya, yaitu *ontogenical learning obstacle*, *didactical learning obstacle*, atau *epistemological learning obstacle*. Pengkategorian ini dimaksudkan untuk memudahkan tindakan (perlakuan) yang akan diberikan dalam *setting* pembelajaran, termasuk di dalamnya *milieu*, analisis *a priori* (pada *instructional design* dan *lesson plan*), dan kontrak didaktis. Temuan-temuan *learning obstacles* tersebut kemudian dianalisis. Analisis ini berguna untuk menyelidiki temuan *learning obstacles* yang mungkin saja disebabkan lebih dari satu faktor. Hasil analisis ini kemudian akan menjadi dasar dalam penyusunan dugaan alur belajar yang tepat (*hypothetical learning trajectory*). Dengan adanya dugaan yang tepat ini, memungkinkan untuk meminimalisasi kemunculan *learning obstacles* tersebut.

Pada tahap mendesain (membuat analisis *a priori*, dan antisipasi didaktis), guru berfokus pada identifikasi dan pengembangan variabel. Variabel yang dimaksudkan di sini adalah kemampuan-kemampuan siswa yang akan dirangsang untuk dimunculkan dalam aktivitas pembelajaran melalui situasi-situasi didaktis yang ada pada rancangan desain instruksional (*instructional design*). Langkah-langkah yang diambil dalam menyusun desain instruksional (*instructional design*) ini adalah: (a) menentukan sub materi yang akan dikembangkan pada setiap desain dengan mempertimbangkan kompetensi inti (KI) dan standar kompetensi (KD) yang ada pada kurikulum dan mengidentifikasi pengetahuan atau keterampilan yang akan dikembangkan; (b) menentukan kegiatan-kegiatan spesifik yang memungkinkan adanya praktek dan umpan balik sebagai pengejawantahan dari kompetensi-kompetensi yang akan dicapai di setiap desain; (c) menentukan sumber bahan ajar yang dapat memfasilitasi kegiatan-kegiatan yang telah dirancang sehingga capaian kompetensi-kompetensi yang diinginkan dapat terlihat; (d) menentukan alat evaluasi yang tepat sesuai dengan kompetensi, kegiatan, dan bahan ajar yang telah dirancang; (e) menyusun analisis *a priori* yang merupakan dugaan respons-respons yang akan muncul selama kegiatan pembelajaran berlangsung; dan (f) menyusun antisipasi didaktis untuk menghindari respons-respons negatif yang muncul dari analisis *a priori* sebelumnya. Dalam desain instruksional ini, situasi didaktis yang akan dilaksanakan haruslah tergambar dengan jelas (bersifat operasional). Dari situasi didaktis tersebut kemudian dibuatlah analisis *a priori*-nya. Analisis *a priori* ini berisi dugaan respons-respons siswa yang (mungkin) terjadi ketika dihadapkan pada situasi didaktis yang telah dirancang sebelumnya. Selanjutnya,

agar efek potensial *setting* situasi didaktis berjalan dengan lancar maka perlu dirancang kegiatan alternatif. Kegiatan alternatif ini dimaksudkan sebagai antisipasi didaktis terhadap kemunculan respons siswa yang tidak diharapkan.

Pada tahap pelaksanaan penelitian, kegiatan yang dilakukan adalah menerapkan desain instruksional yang telah dirancang pada tahap sebelumnya. Selama proses pelaksanaan desain instruksional ini, guru perlu mencatat atau memerhatikan respon-respon siswa yang muncul. Hal ini dimaksudkan untuk melihat sejauh mana persamaan atau perbedaan yang muncul dari analisis *a priori* dan analisis *a posteriori* (hasil penelitian/hasil implementasi).

Pada tahap analisis *a posteriori*, kegiatan yang dilakukan adalah membandingkan antara analisis *a priori* dengan analisis *a posteriori* (hasil penelitian). Kegiatan ini dimaksudkan untuk melihat efektivitas situasi didaktis yang telah diformulasikan di dalam desain instruksional dengan kenyataan situasi didaktis yang terjadi pada saat implementasi desain instruksional tersebut.

Pada tahap validasi dan penarikan kesimpulan, kegiatan yang dilakukan adalah melakukan validasi (membandingkan analisis *a priori* dengan analisis *a posteriori*) dan menarik kesimpulan dari keseluruhan tahapan yang telah dilakukan. Dalam kegiatan validasi, kegiatan guru atau peneliti adalah melihat kesesuaian antara analisis *a priori* (analisis hipotetis) dengan analisis *a posteriori* (hasil penelitian/hasil implementasi) dan mencatat hal-hal yang terprediksi atau tidak terprediksi dari situasi didaktis yang telah dirancang.

4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa *didactical engineering* merupakan sebuah rekayasa didaktis yang didasarkan pada temuan-temuan hambatan belajar (*learning obstacle*), karakteristik sumber belajar, lingkungan belajar (*milieu*), dan situasi a-didaktis. Desain pembelajaran *didactical engineering* ini berusaha menganalisis komponen tersebut dan memandang penting keterkaitan dialektik antara situasi a-didaktis dengan situasi didaktis.

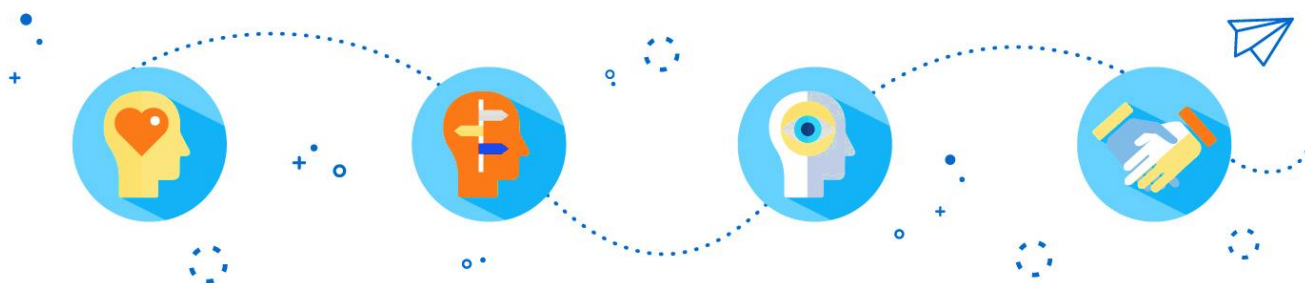
Langkah-langkah praktis dalam menggunakan desain *didactical engineering* yaitu dengan melakukan analisis pendahuluan, mendesain dan membuat analisis *a priori* dan antisipasi didaktis, melakukan implementasi desain instruksional, melakukan analisis *a posteriori*, dan melakukan validasi terhadap analisis *a priori* dan analisis *a posteriori*, serta menarik kesimpulan dari keseluruhan tahapan yang telah dilalui.

Daftar Pustaka

- Artigue M. 2009. Didactical design in mathematics education. Dalam C. Winslow (penyunting), *Nordic Research in Mathematics Education. Proceedings from NORMA*, 08, 7-16. Rotterdam: Sense Publishers.
- Artigue M. 2014. Potentialities and limitations of the theory of didactic situations for addressing the teaching and learning of mathematics at university level. *Research in Mathematics Education*, 16(2), 135-138

- Brousseau G. 2002 Theory of Didactical Situations in Mathematics. Dalam *Mathematics Education Library*, 19. New York: Kluwer Academic Publishers.
- Brousseau G. 2008. Research in mathematics education. Dalam M. Niss (Penyunting), *Proceedings of the 10th International Congress on Mathematical Education*, 244–254. IMFUFA: Denmark.
- Canu M., Duque M. dan Hosson C. D. 2016. Active learning session based on Didactical Engineering framework for conceptual change in students' equilibrium and stability understanding. Diambil kembali dari *European Journal of Engineering Education*:<http://dx.doi.org/10.1080/03043797.2016.1190689>
- Douady R. 1997. *Learning and Teaching Mathematics: An International Perspective*. T. Nunes dan P. Bryant (editor). East Sussex: Psychology Press.
- Modesteu M. dan Gagatsis A. 2013. A Didactical Situation for Enhancemen of Meta-analogical Awareness. *The Journal of Mathematical Behavior*, 32, 160-167.
- Ruthven K. 2002. Linking Researching With Teaching: Towards Synergy of Scholarly and Craft Knowledge. *Handbook of International Research in Mathematics Education*. Lyn D. (penyunting). London: LEA.
- Tchoshanov M. 2013 *Engineering of Learning: Conceptualizing e-Didactics*. Moscow: UNESCO Institute for Information Technologies in Education.
- Warfield V. M. 2006. *Invitation to Didactique*. Washington: University of Washington.

*) Ropal Aria Silo
SDN 5 Melayu, Kab. Barito Utara, Prov. Kalimantan Tengah





MERANCANG PEMBELAJARAN DARING YANG EFEKTIF

*) Alamsari

Kemajuan teknologi yang pesat telah memberi dampak signifikan dalam berbagai akses kehidupan. Pada bidang pendidikan, teknologi telah mempengaruhi terjadinya transformasi sistem pembelajaran. Pembelajaran yang selama ini hanya dilakukan secara konvensional dengan mengandalkan interaksi tatap muka pada satu ruang dan waktu, sekarang telah berubah menjadi pembelajaran secara digital.

Eksistensi peran pembelajaran digital semakin kentara di tengah pandemi Covid-19. Di banyak negara, pembelajaran tatap muka telah dialihrumahkan demi memutus mata rantai penyebarannya. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan sejak Maret 2020 juga telah mengeluarkan kebijakan bagi sekolah untuk menerapkan pembelajaran jarak jauh (digital). Dengan demikian aktivitas belajar-mengajar dilaksanakan sepenuhnya dari rumah dengan memanfaatkan berbagai platform pembelajaran.

Pembelajaran digital merupakan pembelajaran yang memanfaatkan kecanggihan teknologi sebagai media penyampaian informasi. Munir (2017:4) mengatakan pembelajaran digital merupakan aktivitas interaktif yang memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi, seperti komputer, gawai, video, dan berbagai aplikasi lainnya. Dalam buku catatan kebijakan Pembelajaran Jarak Jauh dan Digital *International Labour Organization (ILO)* Jakarta, dikatakan terdapat beberapa format pembelajaran digital, yakni pembelajaran mandiri, pembelajaran daring secara penuh, dan pembelajaran campuran (daring dan tatap muka). Dalam konteks pembelajaran jarak jauh selama pandemi yang saat ini diterapkan oleh sekolah di Indonesia, model pembelajaran daring secara penuh merupakan pembelajaran yang paling banyak digunakan.

Pembelajaran daring pada hakikatnya memiliki keunggulan dibandingkan dengan pembelajaran tatap muka. Pembelajaran daring memberikan keleluasaan kepada siswa untuk belajar dan mengakses materi pembelajaran dimanapun dan kapanpun. Selain itu, pembelajaran daring juga dianggap mampu menumbuhkan kemandirian siswa secara efektif. Menurut Bilfaqih dan Qomarudin (2015:4) terdapat beberapa manfaat pembelajaran daring, yakni (1) Meningkatkan mutu pembelajaran; (2) Meningkatkan keterjangkauan pendidikan; dan (3) Menekan biaya penyelenggaraan pendidikan.

Pembelajaran daring sebenarnya bukan hal baru bagi hampir sebagian besar guru dan siswa di Indonesia. Sudah sejak lama di banyak sekolah dengan fasilitas teknologi yang tersedia sudah mengintegrasikan

pembelajaran tatap muka dengan pembelajaran daring (kombinasi). Hanya saja, model pembelajaran daring (secara) penuh memang baru kali pertama diterapkan, hanya untuk kondisi pembelajaran darurat di masa pandemi ini saja.

Walaupun hanya untuk sementara, model pembelajaran daring penuh memunculkan banyak problematika. Salah satunya adalah masih kurangnya kompetensi guru dalam merancang pembelajaran jarak jauh. Hasil penelitian Rigianti (2020:300) mengungkapkan bahwa sekitar 60 persen guru mengalami kesulitan dalam melakukan pengelolaan pembelajaran secara daring. Artinya, sebagian besar guru mengaku belum mampu dalam melakukan pengorganisasian pembelajaran daring. Padahal kemampuan mengorganisasi pembelajaran sangat penting dikuasai oleh guru. Pembelajaran yang tertata dengan baik dapat memberikan hasil yang maksimal. Kemampuan mengorganisasi pembelajaran tersebut meliputi kemampuan merencanakan, melaksanakan, dan melakukan evaluasi.

Pada kenyataannya, penerapan pembelajaran daring yang dilaksanakan di sekolah-sekolah lebih banyak kepada aktivitas penyampaian materi disertai dengan tugas yang banyak tanpa adanya interaksi yang bermakna. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Arifin (2020) menunjukkan bahwa banyak siswa yang merasa bahwa pembelajaran daring kurang menyenangkan sehingga membuat bosan. Hal tersebut disebabkan berbagai hal, yakni guru hanya menyampaikan materi tanpa menjelaskan, kurangnya bimbingan dari guru, dan tugas yang banyak dengan waktu yang terbatas.

Aktivitas pembelajaran daring yang tidak terencana dengan baik cenderung membuat siswa merasa bosan. Tidak mengherankan jika muncul keluhan dari berbagai pihak, diantaranya dari Komnas Perlindungan Anak Indonesia (KPAI) yang mengatakan bahwa sebagian besar siswa merasa stres mengikuti pembelajaran daring karena harus memahami materi dan dikejar *deadline* pengumpulan tugas. Akibatnya, pembelajaran secara daring yang hakikatnya untuk memudahkan justru memunculkan ketakutan. Lance J. Richards, dkk dikutip Munir (2017:15—16) mengatakan setidaknya ada sembilan komponen yang harus diperhatikan dalam merancang pembelajaran jarak jauh (daring), yakni

- a) Desain atau pemilihan alat/sarana pengelolaan pembelajaran.
- b) Perencanaan dan pengorganisasian program pembelajaran daring.
- c) Pemasangan atau penempatan materi.
- d) Penggunaan strategi interaktif yang tepat.
- e) Penerapan prinsip pembelajaran orang dewasa.
- f) Mempertimbangkan pembelajaran dimana pembelajar dapat mengarahkan cara belajarnya sendiri dan menggunakan pendekatan pembelajaran yang terpusat pada pembelajar.
- g) Menggunakan penilaian otentik.
- h) Menyediakan pembelajaran yang berorientasi pada sistem digital dan teknologi.
- i) Menyediakan informasi tentang infrastruktur yang sesuai dan mendukung kegiatan pembelajaran.

Berdasarkan pendapat tersebut, secara umum terdapat beberapa hal yang harus dilakukan dalam merancang pembelajaran daring yang efektif, yakni sebagai berikut.

Pertama: Guru harus melakukan pemilihan alat/sarana pengelolaan yang mendukung kegiatan pembelajaran daring. Saat ini ada banyak aplikasi atau platform digital yang mendukung, seperti aplikasi rumah belajar yang dikembangkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan atau *google classroom*

yang dikembangkan oleh google. Aplikasi lainnya yang dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran, semisal aplikasi zoom, whatsapp, atau telegram.

Dalam melakukan pemilihan sarana pembelajaran daring ini guru harus mempertimbangkan faktor daya dukung. Untuk itu, guru perlu melakukan pemetaan ketersediaan sarana-prasarana, baik yang dimiliki guru atau siswa sebagai objek utama pembelajaran. Guru dan siswa harus menyepakati aplikasi apa yang akan digunakan dalam pembelajaran. Aplikasi yang dipilih hendaknya mempertimbangkan aspek kemudahan akses dan keefektifan.

Kedua: Guru melakukan perencanaan program pembelajaran daring berdasarkan kebutuhan. Guru harus menyiapkan silabus dan rencana program pembelajaran yang akan dilaksanakan. Rencana program pembelajaran daring di dalamnya mencakup aktivitas yang akan dilaksanakan selama pembelajaran daring. Aktivitas yang dirancang harus bersifat interaktif sehingga dapat menciptakan pembelajaran bermakna. Beberapa strategi yang dapat dilakukan dalam menciptakan pembelajaran interaktif tersebut, yakni

- a) *Ice breaker dan Opener*: bertujuan untuk mengondisikan siswa sebelum memulai pembelajaran.
- b) *Student Expedition*: bertujuan memberi kesempatan kepada siswa untuk melakukan eksplorasi terhadap materi yang terdapat dalam aplikasi atau web.
- c) *Purposive Creative Thinking*: bertujuan untuk memberi kesempatan kepada siswa untuk mengidentifikasi masalah atau persoalan yang ditemukan dari hasil ekspolarasi terhadap materi yang disajikan.
- d) *Peer to Peer interaction*: bertujuan untuk mengajak siswa berinteraksi baik antara siswa dengan siswa maupun siswa dengan guru.
- e) *Streaming Expert*: bertujuan untuk memberi kesempatan kepada siswa untuk mengeksplorasi sumber-sumber pendukung dalam memecahkan masalah yang ditemui, seperti aktivitas video conference, akses video pembelajaran, atau juga dapat berkirim pesan melalui email atau grup mesengger yang di dalamnya terdapat para ahli.
- f) *Mental Gymnastic*: bertujuan untuk memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan kegiatan curah pendapat.

(Bonk dan Dennen, dikutip Munir 2017: 18—19)

Ketiga: Guru melakukan penyajian atau penempatan materi. Materi pembelajaran yang disajikan secara daring harus disesuaikan dengan kompetensi dasar yang ingin dicapai. Materi yang disajikan hendaknya beragam, baik dalam bentuk narasi, video, maupun infografis dengan komposisi yang proporsional. Hal tersebut bertujuan agar siswa tidak cepat merasa bosan ketika mengeksplorasi materi. Materi yang disajikan tidak boleh terlalu banyak dan harus memperhatikan alokasi waktu yang tersedia serta harus berfokus pada pencapaian tujuan pembelajaran yang diinginkan.

Keempat: Guru menggunakan strategi pembelajaran interaktif yang tepat. Untuk memunculkan interaksi siswa, guru dapat menggunakan berbagai strategi, seperti *cooperative learning*, *discovery learning*, *inquiry learning*, dan *problem based learning*. Agar strategi interaktif tersebut dapat berjalan dengan baik harus pula didukung oleh kemampuan guru dalam mengelola siswa dalam kelompok. Aktivitas pembelajaran

harus disampaikan dengan instruksi yang jelas agar setiap siswa dapat mengikuti pembelajaran sebagaimana yang diharapkan.

Kelima: Guru menggunakan penilaian otentik. Penilaian otentik mencakup tiga ranah, yakni sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang meliputi penilaian proses dan hasil pembelajaran. Hasil penilaian tersebut menjadi alat bagi guru untuk melakukan evaluasi dan sebagai tindak lanjut untuk merancang kegiatan pembelajaran berikutnya.

Agar pembelajaran daring dapat berjalan secara efektif maka guru perlu melakukan pengondisian siswa terlebih dahulu. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa siswa benar-benar memiliki karakteristik pembelajaran daring. Dabbagh dikutip oleh Handarini (2020:498—499) menyebutkan beberapa karakteristik yang perlu dimiliki seorang pembelajar daring, yakni (1) Memiliki semangat belajar yang tinggi; (2) Memiliki penguasaan teknologi yang baik; (3) Memiliki kemampuan berkomunikasi; (4) Memiliki kemampuan berkolaborasi; dan (5) Memiliki kemampuan untuk belajar secara mandiri.

Keberhasilan pelaksanaan pembelajaran daring pada akhirnya sangat bergantung kepada komitmen baik guru maupun siswa untuk mengikuti pembelajaran dengan baik. Keterbatasan dalam melakukan kontrol terhadap proses pembelajaran menjadi titik lemah dalam sistem pembelajaran daring. Tanpa pengawasan, penggunaan teknologi berbasis internet dalam praktiknya memang rawan disalahgunakan. Untuk itu, perlu kerjasama yang baik antara berbagai pihak, baik sekolah sebagai institusi penyelenggara pembelajaran maupun orang tua siswa untuk senantiasa mendampingi anaknya dalam melaksanakan pembelajaran daring.

Daftar Pustaka:

- Arifin, Haris Nursyah. 2020. *Respons Siswa Terhadap Pembelajaran Dalam Jaringan Masa Pandemi Covid-19 di Madrasah Aliyah Al-Amin Tabanan*. Artikel (online), <https://journal.staidenpasar.ac.id/index.php/wb/article/download/47/40>, diakses 30 Agustus 2020.
- Bilfaqih, Yusf., M. Nur Qomarudin. 2015. *Esensi Pengembangan Pembelajaran Daring*. Yogyakarta: Deepublish.
- Handarini, Okatfia Ika. 2020. *Pembelajaran Daring Sebagai Upaya Study From Home (SFH) Selama Pandemi Covid 19*. Artikel (online), <https://journal.unesa.ac.id/index.php/jpap/article/view/8503>, diakses 28 Agustus 2020.
- Munir. 2017. *Pembelajaran Digital*. Bandung: CV Alfabeta.
- Rigianti, Henry Aditia. 2020. *Kendala Pembelajaran Daring Guru Sekolah Dasar di Banjarnegara*. Artikel (online), https://www.researchgate.net/publication/342634522_KENDALA_PEMBELAJARAN_DARING_GURU_SEKOLAH_DASAR_DI_BANJARNEGARA, diakses 30 Agustus 2020.

*) Alamsari, M.Pd.
SMPN 1 Indralaya Utara, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan



Scilab dalam Pembelajaran Matematika: Bekal Siswa Hadapi Tantangan Abad 21

*) Novi Purnama Sari

Ilmu pengetahuan dan teknologi mengalami kemajuan yang semakin pesat seiring dengan adanya arus globalisasi terutama pada era revolusi industri 4.0 di abad 21. Kemajuan ini pula diiringi dengan berbagai tantangan global yang harus dihadapi pada masa mendatang. Oleh karena itu diperlukan suatu upaya yang mampu mempersiapkan sumber daya manusia yang unggul dan berkualitas agar dapat menghadapi persaingan global yang semakin ketat. Salah satunya dengan terus meningkatkan kualitas pendidikan agar dapat mencapai tujuan pendidikan nasional. Tujuan pendidikan nasional abad 21 salah satunya yaitu untuk membentuk sumber daya manusia yang berkualitas dengan kedudukan yang terhormat dan setara dengan bangsa lain dalam dunia global (BSNP, 2010)

Dalam sistem pendidikan nasional di Indonesia terdapat delapan standar nasional pendidikan (SNP) yang ditetapkan demi menjamin kualitas penyelenggaraan pendidikan yang dilakukan. Salah satunya yaitu standar isi yang mengatur mengenai muatan wajib termasuk didalamnya cakupan materi yang harus dipelajari siswa. Standar isi mengatur mengenai ruang lingkup materi dan tingkat kompetensi siswa yang harus dipenuhi atau dicapai pada suatu satuan pendidikan dalam jenjang dan jenis pendidikan tertentu untuk setiap mata pelajaran (Kemdikbud, 2016). Salah satu muatan wajib yang harus dipelajari siswa mulai dari jenjang pendidikan dasar hingga menengah adalah matematika.

Pembelajaran matematika di sekolah hendaknya dilakukan dengan memerhatikan tujuan yang hendak dicapai. Salah satunya yaitu untuk membekali siswa dengan berbagai keterampilan yang dibutuhkan untuk menghadapi tantangan di masa depan. Oleh karena itulah, pembelajaran matematika yang dilakukan seharusnya bukan hanya tentang sekedar melatih kemampuan berhitung. Pembelajaran matematika yang dilakukan harus mampu melatih literasi matematika siswa. Literasi matematika merupakan kemampuan siswa untuk bernalar secara logis dan kritis agar dapat mengimplementasikan kemampuan matematisnya dalam memecahkan masalah sehari-hari. Sari (2015) menyatakan bahwa literasi matematika meliputi kemampuan siswa bernalar secara logis dan kritis dalam pemecahan masalah yang bukan hanya semata-mata berupa soal rutin melainkan dalam menghadapi permasalahan sehari-hari.

Salah satu studi yang dilakukan untuk mengukur kemampuan literasi matematika yaitu PISA (*Programme for International Student Assessment*). PISA merupakan studi yang diselenggarakan tiga tahun sekali oleh OECD (*Organisation for Economic Cooperation and Development*) untuk mengukur beberapa komponen termasuk di dalamnya mengenai literasi matematika (OECD, 2018). Namun, kemampuan literasi matematika siswa di Indonesia masih tergolong rendah. Berdasarkan hasil studi PISA sejak 2003 hingga 2018 diketahui bahwa skor literasi matematika siswa di Indonesia masih jauh lebih rendah dibandingkan

dengan skor rata-rata internasional. Selain itu pula skor literasi matematika yang diperoleh siswa cenderung mengalami penurunan dari tahun ke tahun (OECD, 2018).

OECD telah mengeluarkan rancangan penyelenggaraan PISA 2021. Terdapat beberapa perbedaan pada rancangan penyelenggaraan PISA 2021 dibandingkan dengan PISA sebelumnya. Berbeda dengan PISA sebelumnya, PISA 2021 juga akan mengukur keterampilan *computational thinking* sebagai bagian dari kemampuan literasi matematika (OECD, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa keterampilan *computational thinking* menjadi salah satu keterampilan penting yang harus terus ditingkatkan pada pembelajaran.

Computational thinking didefinisikan sebagai proses berpikir dalam memformulasikan masalah serta solusi sehingga dapat dikerjakan dan dimengerti oleh komputer, manusia, atau pun mesin (Wing, 2017). *Computational thinking* diperlukan siswa terutama dalam memahami masalah serta mencari solusi pemecahan masalah yang efisien sehingga kelak dapat bersaing. *Computational thinking* menjadi salah satu bekal yang diperlukan siswa agar dapat bersaing di masa depan (Tsai dan Tsai, 2017). Sebagai salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keterampilan *computational thinking* siswa adalah dengan mempelajari komputasi. Salah satunya dengan menggunakan Scilab.

Scilab adalah perangkat lunak aplikasi yang sengaja dikembangkan untuk keperluan komputasi numerik. Scilab dapat diunduh secara gratis melalui situs <http://www.scilab.org/>. Scilab merupakan salah satu aplikasi yang termasuk dalam kategori *freeware* dan dapat digunakan untuk komputer dengan berbagai jenis sistem operasi, misalnya Windows, OS, Unix, dan Linux.

Fungsi-fungsi dalam Scilab

Scilab menggunakan fungsi- fungsi tertentu untuk membuat suatu program. Dibawah ini merupakan beberapa fungsi yang sering digunakan untuk membuat program yang sangat erat kaitannya dengan matematika.

Operator	Fungsi	Operator	Fungsi	Operator	Fungsi
==	Sama dengan	%T	Benar (True)	*	Perkalian
<	Kurang dari	%F	Salah (False)	/	Pembagian
>	Lebih dari	&	Dan (And)	+	Penjumlahan
<=	Kurang dari atau sama dengan		Atau (Or)	-	Pengurangan
>=	Lebih dari atau sama dengan	~	Negasi	^	Perpangkatan

Selain itu juga digunakan beberapa operator lain sesuai dengan program yang akan dibuat antara lain :

if... then.. else... end

Fungsi if digunakan untuk menciptakan suatu kondisi pada sebuah program, kondisi tersebut sengaja dibuat untuk menemukan solusi pada program tersebut. Misalnya nilai A hanya diperoleh bagi mahasiswa dengan nilai akhir lebih dari sama dengan 90 pada akhir perkuliahan. Apabila nilai mahasiswa memenuhi standar yang telah dibuat tersebut maka nilai yang akan diperoleh adalah A. Jika nilai yang diperoleh lebih dari sama dengan 90 (if nilai \geq 90) maka nilai hurufnya adalah A, jika nilai akhir tidak memenuhi kondisi tersebut maka nilai huruf yang keluar bukanlah A, melainkan nilai huruf lain yang telah ditentukan oleh pembuat program.

Pengulangan

Fungsi yang paling sederhana untuk melakukan pengulangan adalah **for...end**. Selain itu fungsi **While...end** juga digunakan untuk melakukan pengulangan. Fungsi **while** digunakan untuk menghentikan pengulangan jika sudah tercapai suatu kondisi tertentu.

Fungsi-fungsi yang tersedia pada aplikasi Scilab juga memungkinkan pengguna untuk mengerjakan matriks serta operasi yang dapat dilakukan pada matriks. Penulisan matrik pada Scilab menggunakan tanda “:”.

Contoh penulisan matriks

```
-->v=[3,-2,5]
```

```
v=
```

```
3.
```

```
-2.
```

```
5
```

```
-->m=[1 2 3;4 5 6;7 8 9]
```

```
m
```

```
=
```

```
1. 2. 3.
```

```
4. 5. 6.
```

```
7. 8. 9.
```

Beberapa contoh program-program Scilab

Berikut ini beberapa contoh program-program Scilab yang dapat dibuat dalam pembelajaran matematika

di sekolah.

1. Mencari Faktor dari Sebuah Bilangan

```
clc
disp("Mencari Faktor-Faktor Dari Suatu Bilangan")
x=input("Masukan suatu bilangan : ")
disp ("Jawaban :")
disp("Faktor-Faktornya adalah")
for i=1:x
    if modulo(x,i)==0 then
        disp(i)
    end
end
```

Faktor sebuah bilangan adalah bilangan yang habis membagi bilangan tersebut. Misalnya faktor 12 adalah 1,2, 3,4,6,12. Program diatas dibuat agar dapat menampilkan faktor dari sebuah bilangan yang diinginkan oleh user. Itulah mengapa kita menggunakan metode input untuk angka yang diinginkan. Dalam kasus ini x merupakan bilangan yang dimasukkan oleh user. Fungsi modulo digunakan sebagai fungsi yang menandakan sisa pembagian. Terlihat pada program, modulo(x,i) menandakan sisa pembagian dari x dibagi dengan i. Faktor dari sebuah bilangan akan habis membagi bilangan tersebut, sehingga modulonya akan sama dengan nol. Ketika modulo(x,i)=0, maka scilab akan menghasilkan bilangan tersebut. Program ini menggunakan pengulangan pada bagian “for i=1:x” Hal ini menunjukkan bahwa pengulangan dilakukan mulai dari 1 sampai dengan x. Fungsi inilah yang akan mengecek satu persatu bilangan sampai x.

Contoh, misalnya kita memasukkan 12 sebagai bilangan yang akan kita cek faktornya, maka program akan mengecek sisa pembagian 1 sampai dengan 12. Mulai dari modulo(12,1), artinya apakah 1 habis membagi 12, karena 1 habis membagi 12 maka satu akan ditampilkan sebagai salah satu faktor. Selanjutnya, modulo(12,2), modulo(12,3), modulo(12,4), ternyata 2, 3,dan 4 habis membagi 12, maka ketiga bilangan tersebut adalah faktor dari 12. Berbeda halnya ketika modulo(12,5) yang menghasilkan 2, artinya 5 tidak habis membagi 12. Sehingga 5 tidak akan ditampilkan sebagai faktor dari 12. Proses ini akan terus berlanjut hingga modulo(12,12).

2. Mencari FPB dari Dua Buah Bilangan

```
clc
clear
```

```

disp("Mencari FPB Dari Dua Buah Bilangan")
p=input("Masukan Bilangan Pertama : ")
q=input("Masukan Bilangan Kedua : ")
if p>q then
    z=q;
else
    z=p;

end

mprintf("Maka FPB dari bilangan '+string(p)+' dan bilangan '+string(q)+' adalah")
for d=z:-1:1
    if modulo (p,d)==0 & modulo (q,d)==0 then
        fpb=d;
        disp(fpb)
        break;
    end
end
end

```

Faktor Persekutuan Terbesar (FPB) adalah faktor persekutuan yang nilainya terbesar diantara faktor-faktor persekutuan lainnya. Penentuan FPB dapat dilakukan dengan mencari faktor-faktor bilangan tersebut. Itulah mengapa fungsi modulo sangat diperlukan dalam membuat program ini. Faktor persekutuan pada dua bilangan, artinya terdapat sebuah bilangan yang habis membagi kedua bilangan tersebut. Misalnya FPB dari 12 dan 13 adalah 1, FPB dari 12 dan 36 adalah 12. Dalam program ini, p adalah bilangan pertama dan q adalah bilangan kedua. FPB dari kedua bilangan ini adalah bilangan terbesar yang habis membagi kedua bilangan tersebut. Pengulangan juga digunakan dalam program ini yaitu pada fungsi for d=z:-1:1. Z yang dipakai adalah bilangan kedua jika, bilangan pertama lebih besar dari bilangan kedua dan z=p(bilangan pertama), jika p lebih kecil dari q. Pengulangan for d=z:-1:1 digunakan bersamaan dengan fungsi modulo (p,d)&modulo(q,d)==0, apabila telah memenuhi kondisi tersebut maka itulah FPB dari kedua bilangan p dan q.

Proses pengulangan dapat diilustrasikan sebagai berikut. Misalnya p=12 dan q=13 maka nilai z yang digunakan pada pengulangan adalah 12. For d=z:-1:1 artinya pengulangan akan terus berlanjut mulai dari 12, 11,..., 1. Sehingga kondisi if akan menjadi if modulo(12,12)&modulo(13,12)==0, maka FPB akan

ditampilkan, proses ini terus berlanjut hingga $\text{modulo}(12,1) \& \text{modulo}(13,1) = 0$ dimana kondisi ini akan terpenuhi sehingga FPB dari 12 dan 13 adalah 1.

3. Mengidentifikasi Jenis Jenis Segitiga Berdasarkan Panjang Sisi

```
clc
clear
mode(-1)
disp("Mengidentifikasi Jenis Segitiga dengan panjang sisi a, b, dan c")
a=input("Masukkan panjang a: ")
b=input("Masukkan panjang b: ")
c=input("Masukkan panjang c: ")
if a+b<=c|a+c<=b|b+c<=a then disp("Bukan Segitiga")
    abort
end
if a==b&b==c then disp("Segitiga sama sisi")
else if a==b|a==c|b==c then disp("Segitiga Sama Kaki")
else if a^2==((b^2)+(c^2))| b^2==((c^2)+(a^2))|c^2==((a^2)+(b^2)) then disp("Segitiga Siku-Siku")
    else disp ("Segitiga Sembarang")
    end
end
end
end
```

Terdapat beberapa macam segitiga sesuai dengan panjang sisi yang dimilikinya. Misalnya, segitiga siku-siku, segitiga sembarang, segitiga sama kaki, segitiga sama sisi, dan mungkin saja bukan segitiga. Jika suatu segitiga memiliki panjang sisi a, b, dan c. Maka untuk membentuk suatu segitiga sembarang maka $a+b>c$, $a+c>b$, dan $b+c>a$. Jika syarat tersebut tidak terpenuhi maka itu bukanlah segitiga. Misalkan Anton memiliki 3 lidi yang panjangnya 1cm, 2cm, dan 3cm. Bisakah Anton membentuk suatu segitiga? Jawabannya tidak bisa,

misal: $a=1\text{cm}$, $b=2\text{cm}$, $c=3\text{cm}$.

$a + b = 1 + 2 = 3$ tidak memenuhi $a + b > c$. Dengan demikian Anton tidak dapat membuat segitiga dengan ketiga lidi yang dimilikinya.

Berikut jenis jenis segitiga sesuai dengan panjang sisinya a , b , dan c

- Segitiga siku-siku jika $a^2 + b^2 = c^2$
- Segitiga sama sisi jika $a = b = c$
- Segitiga sama kaki jika panjang kaki-kakinya sama.

Untuk mengetahui jenis jenis segitiga tersebut program dibuat dengan menggunakan fungsi if dan logika test. Misalnya `if a+b<=c|a+c<=b|b+c<=a then disp("Bukan Segitiga")`. Kondisi ini adalah negasi dari syarat untuk terbentuknya segitiga. Sehingga jika panjang sisi memenuhi kondisi ini maka dapat dipastikan bahwa panjang sisi yang diberikan tidak dapat membentuk segitiga dan program akan menampilkan "Bukan Segitiga".

Penutup

Penggunaan Scilab dalam pembelajaran matematika dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk dapat melakukan eksplorasi dalam meningkatkan keterampilan *computational thinking* melalui pembuatan program mengenai materi yang sedang dipelajari. Selain itu guru juga dapat menggunakan Scilab sebagai media pembelajaran matematika.

Referensi

- BSNP (2010). *Laporan Badan Standar Nasional Pendidikan*. Jakarta: Badan Standar Nasional Pendidikan
- Kemdikbud (2016). *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia tentang Standar Isi Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- OECD (2018). *PISA 2021 Mathematics Framework (Draft)*
- <http://www.scilab.org/>
- Tsai, M., & Tsai, C. 2017. *Applying online externally-facilitated regulated learning and computational thinking to improve students learning*. *Universal Access in the Information Society*, 17(4), 811-820.
- Sari, R. H. N. (2015, November). *Literasi Matematika: Apa, Mengapa, dan Bagaimana*. Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika UNY (Vol. 8).
- Wing, J. (2017). *Computational thinking's influence on research and education for all*. *Italian Journal of Educational Technology*, 25(2), 7-14.

*) Novi Purnama Sari
Guru SMAN 1 Kota Palembang, Prov. Sumatera Selatan



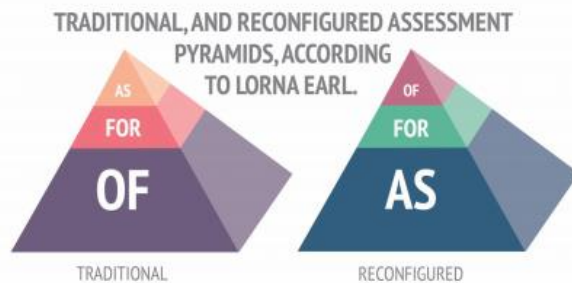
PERAN GURU DALAM MERANCANG PENILAIAN SEBAGAI PEMBELAJARAN (ASSESSMENT AS LEARNING)

*) Muhammad Arif

A. Pendahuluan

Istilah penilaian (*assessment*) didefinisikan dalam standar penilaian NCTM sebagai proses mengumpulkan bukti tentang pengetahuan siswa, kemampuan untuk menggunakan, dan disposisi ke arah matematika dan membuat kesimpulan dari bukti itu untuk berbagai tujuan. Penting untuk dicatat bahwa “mengumpulkan bukti” tidak sama dengan memberikan tes atau kuis. Penilaian dapat dan harus terjadi setiap hari sebagai bagian integral dari proses belajar mengajar. Jika pandangan tentang penilaian hanya berupa tes dan kuis maka kita tidak akan melihat bagaimana penilaian dapat memberikan informasi pembelajaran membantu siswa berkembang. Penilaian hasil belajar oleh pendidik bertujuan untuk memantau dan mengevaluasi proses, kemajuan belajar, dan perbaikan hasil belajar peserta didik secara berkesinambungan. Sesuai dengan prinsip penilaian yaitu menyeluruh dan berkesinambungan, berarti penilaian mencakup semua aspek kompetensi dengan menggunakan berbagai teknik penilaian yang sesuai, untuk memantau dan menilai perkembangan kemampuan peserta didik

Penilaian tradisional cenderung dilakukan hanya untuk mengukur hasil belajar peserta didik. Dalam konteks ini, penilaian diposisikan seolah-olah sebagai kegiatan yang terpisah dari proses pembelajaran. Dalam perkembangannya penilaian tidak hanya mengukur hasil belajar, namun yang lebih penting adalah bagaimana penilaian mampu meningkatkan kompetensi peserta didik dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu penilaian perlu dilaksanakan melalui tiga pendekatan, yaitu penilaian atas pembelajaran (*assessment of learning*), penilaian untuk pembelajaran (*assessment for learning*), dan penilaian sebagai pembelajaran (*assessment as learning*). Perkembangan proporsi ketiga pendekatan penilaian digambarkan pada piramida berikut.



Sumber: <https://images.app.goo.gl/yfbcdc95Rn8n3xi68>

Pada penilaian tradisional, *assessment of learning* paling dominan dibandingkan *assessment for learning* dan *assessment as learning*. Penilaian dalam Kurikulum 2013 diharapkan sebaliknya, yaitu lebih mengutamakan *assessment as learning* dan *assessment for learning* dibandingkan *assessment of learning*. Penilaian atas pembelajaran (*Assessment of learning*) merupakan penilaian yang dilaksanakan setelah proses pembelajaran selesai. Bertujuan untuk mengetahui pencapaian hasil belajar setelah peserta didik selesai mengikuti proses pembelajaran. Contoh *assessment of learning* adalah penilaian sumatif seperti ulangan akhir semester, ujian sekolah, dan ujian nasional

Penilaian untuk pembelajaran (*Assessment for learning*) dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung dan digunakan sebagai dasar untuk melakukan perbaikan proses pembelajaran. Dengan *assessment for learning* guru dapat memberikan umpan balik terhadap proses belajar peserta didik, memantau kemajuan, dan menentukan kemajuan belajarnya. *Assessment for learning* merupakan penilaian proses yang dapat dimanfaatkan oleh guru untuk meningkatkan kinerjanya dalam memfasilitasi peserta didik. Contoh *assessment for learning* adalah penilaian formatif, misalnya tugas-tugas di kelas, presentasi, dan kuis.

Penilaian sebagai pembelajaran (*Assessment as learning*) mirip dengan *assessment for learning*, karena juga dilaksanakan selama proses pembelajaran berlangsung. Bedanya, *assessment as learning* melibatkan peserta didik secara aktif dalam kegiatan penilaian. Peserta didik diberi pengalaman untuk belajar menilai dirinya sendiri atau memberikan penilaian terhadap temannya secara jujur. Penilaian diri (*self assessment*) dan penilaian antarteman (*peer assessment*) merupakan contoh *assessment as learning*. Keduanya sering dikombinasikan atau dipertimbangkan bersama, karena penilaian antarteman dapat membantu penilaian diri. Dengan menilai pekerjaan teman sejawat, siswa memperoleh wawasan tentang kinerjanya sendiri. Membantu siswa melakukan penilaian diri dan teman sejawat dapat mendorong siswa untuk belajar sepanjang hayat tanpa harus tergantung pada penilaian guru.

Penilaian sebagai pembelajaran (*Assessment as learning*) masih jarang dilakukan oleh guru karena penilaian hanya berfokus kepada penilaian sumatif dan formatif sebagai hasil belajar tanpa melibatkan siswa dalam penilaian. Oleh karena itu penting bagi guru untuk mengetahui penilaian sebagai pembelajaran (*Assessment as learning*).

B. Peran Guru Dalam Penilaian Sebagai Pembelajaran

Tingkat partisipasi siswa yang tinggi dalam proses penilaian tidak mengurangi tanggung jawab guru. Sebaliknya, penilaian sebagai pembelajaran memperluas peran guru memasukkan perancangan pembelajaran dan penilaian yang memungkinkan semua siswa untuk memikirkan dan memantau pembelajaran mereka sendiri. Penilaian berdasarkan pembelajaran didasarkan pada keyakinan bahwa siswa mampu menjadi mudah beradaptasi, fleksibel, dan mandiri dalam pembelajaran dan pengambilan keputusan. Untuk menjadi pembelajar mandiri, siswa harus mengembangkan kombinasi keterampilan, sikap, dan disposisi. Pemantauan dan evaluasi diri adalah keterampilan kompleks yang tidak berkembang dengan cepat atau spontan. Seperti keterampilan kompleks lainnya membutuhkan pemodelan dan pengajaran dari guru, dan latihan bagi siswa.

Peran guru dalam mengembangkan kemandirian siswa pembelajar mandiri melalui penilaian sebagai pembelajaran adalah untuk:

- memodelkan dan mengajarkan keterampilan penilaian diri,
- membimbing siswa dalam menetapkan tujuan, dan memantau kemajuan mereka,
- memberikan contoh dan model praktik yang baik serta kualitas kerja yang mencerminkan hasil kurikulum,
- bekerja sama dengan siswa mengembangkan kriteria yang jelas tentang praktik yang baik,
- membimbing siswa dalam mengembangkan umpan balik internal atau mekanisme pemantauan diri untuk memvalidasi dan mempertanyakan pemikiran mereka sendiri, dan merasa nyaman dengan ambiguitas dan ketidakpastian dalam mempelajari sesuatu yang baru,
- memberikan kesempatan teratur dan menantang untuk berlatih, sehingga siswa dapat menjadi percaya diri dan penilai diri yang kompeten,
- memantau proses metakognitif siswa, dan memberikan umpan balik deskriptif, dan
- menciptakan lingkungan yang aman bagi siswa untuk mengambil peluang dan dukungan hal tersebut sudah tersedia.

C. Perencanaan Penilaian sebagai Pembelajaran

Beberapa pertanyaan yang menjadi panduan bagi guru dalam merancang penilaian sebagai pembelajaran.

1. Mengapa saya menilai?

Untuk mengetahui langkah-langkah apa yang harus diambil untuk mendukung kemandirian siswa dalam belajar, guru menggunakan penilaian sebagai pembelajaran untuk mendapatkan informasi yang kaya dan terperinci tentang bagaimana siswa mengalami kemajuan dalam mengembangkan kebiasaan berpikir, keterampilan memantau, menantang, dan menyesuaikan pembelajaran mereka sendiri. Sedangkan peran siswa pada bagian ini adalah belajar untuk memantau dan menantang pemahaman mereka sendiri,

memprediksi hasil dari tingkat pemahaman, membuat keputusan yang beralasan tentang kemajuan dan kesulitan mereka, memutuskan apa lagi yang perlu mereka ketahui, mengatur dan mengatur kembali ide-ide, memeriksa konsistensi antara berbagai informasi, menggambar analogi yang membantu mereka memajukan pemahaman mereka, dan menetapkan tujuan pribadi.

2. Apa yang saya nilai?

Dalam penilaian sebagai pembelajaran, guru tertarik pada bagaimana siswa memahami konsep, dan bagaimana mereka menggunakan analisis metakognitif untuk membuat penyesuaian pemahaman mereka. Guru memantau proses penetapan tujuan siswa dan pemikiran mereka tentang pembelajaran mereka, dan strategi yang digunakan siswa untuk mendukung atau menantang, menyesuaikan, dan memajukan pembelajaran mereka.

3. Metode penilaian apa yang saya gunakan?

Guru dapat menggunakan berbagai metode dalam penilaian sebagai pembelajaran selama metode tersebut dibangun untuk memperoleh informasi terperinci baik tentang pembelajaran maupun proses metakognitif siswa. Guru mengajar siswa bagaimana menggunakan metode sehingga mereka dapat memantau pembelajaran mereka sendiri, memikirkan hal yang membuat siswa merasa nyaman dan tidak bingung dalam pembelajaran mereka serta memutuskan rencana pembelajaran yang tepat.

Meskipun banyak metode penilaian memiliki potensi untuk mendorong refleksi dan ulasan, yang penting dalam penilaian sebagai pembelajaran adalah bahwa metode ini memungkinkan siswa untuk mempertimbangkan pembelajaran mereka sendiri dalam kaitannya dengan model, contoh, kriteria, rubrik, kerangka kerja, dan daftar periksa yang memberikan gambar sukses belajar.

4. Bagaimana saya dapat menjamin kualitas proses penilaian?

Kualitas dalam penilaian sebagai pembelajaran tergantung pada seberapa baik penilaian melibatkan siswa dalam mempertimbangkan dan menantang pemikiran, membuat penilaian tentang pandangan dan pemahaman mereka. Guru membangun kualitas tinggi dengan memastikan bahwa siswa memiliki alat yang tepat, mengumpulkan bukti yang diperlukan untuk membuat keputusan masuk akal tentang apa yang mereka pahami atau masih membingungkan, dan apa lagi yang perlu mereka lakukan untuk memperdalam pemahaman mereka.

a. Reliabilitas

Reliabilitas dalam penilaian sebagai pembelajaran terkait dengan konsistensi dan kepercayaan diri dalam refleksi diri siswa, pemantauan diri, dan penyesuaian diri. Ketika siswa berlatih memonitor pembelajaran mereka sendiri dan menganalisisnya sehubungan dengan apa yang diharapkan, mereka akhirnya mengembangkan keterampilan untuk membuat interpretasi yang konsisten dan dapat diandalkan dari pembelajaran mereka. Namun dalam jangka pendek guru memiliki tanggung jawab untuk melibatkan siswa dalam proses metakognitif. Mereka melakukan ini dengan merancah pemahaman siswa; memberikan kriteria, contoh, dan sumber daya untuk membantu mereka menganalisis pekerjaan mereka sendiri; mengajari mereka keterampilan yang diperlukan untuk berpikir tentang pembelajaran mereka sendiri sehubungan dengan pemahaman mereka sebelumnya dan hasil pembelajaran kurikuler; dan mengumpulkan bukti tentang seberapa baik mereka belajar.

b. Poin referensi

Poin referensi dalam penilaian sebagai pembelajaran adalah campuran dari tujuan kurikuler dan pemahaman masing-masing siswa sebelumnya. Siswa membandingkan pembelajaran mereka sendiri dari waktu ke waktu dengan deskripsi dan contoh-contoh pembelajaran yang diharapkan.

c. Validitas (Keabsahan)

Siswa hanya dapat menilai diri mereka sendiri ketika mereka memiliki gambaran yang jelas tentang pembelajaran terampil dan langkah-langkah yang perlu diambil untuk mencapai keahlian yang diinginkan. Siswa membutuhkan kriteria yang jelas, contoh yang bervariasi tentang seperti apa pekerjaan yang baik itu, serta peluang untuk membandingkan pekerjaan mereka dengan contoh pekerjaan yang baik. Mereka perlu merefleksikan pekerjaan mereka sendiri dan orang lain dalam konteks umpan balik guru dan saran tentang apa yang harus dilakukan selanjutnya

d. Pencatatan

Siswa adalah pemain kunci dalam pencatatan, karena mereka berada di semua komponen penilaian lainnya sebagai pembelajaran. Mereka perlu mengembangkan keterampilan dan sikap yang memungkinkan mereka untuk menyimpan catatan sistematis dari pembelajaran mereka, dan catatan-catatan ini perlu menyertakan refleksi dan wawasan ketika hal itu terjadi. Catatan individu mereka menjadi bukti kemajuan mereka dalam belajar dan menjadi pembelajar mandiri.

5. Bagaimana saya dapat menggunakan informasi dari penilaian?

Siswa menggunakan penilaian sebagai pembelajaran untuk mendapatkan pengetahuan tentang kemajuan mereka, menunjukkan tonggak keberhasilan yang layak untuk dihargai, menyesuaikan tujuan mereka, membuat pilihan tentang apa yang perlu mereka lakukan selanjutnya untuk memajukan pembelajaran mereka, dan mengevaluasi diri sendiri.

a. Umpan balik kepada siswa

Umpan balik sangat penting dalam penilaian sebagai pembelajaran. Pembelajaran ditingkatkan ketika siswa melihat efek yang telah mereka coba, dan dapat membayangkan strategi alternatif untuk memahami materi. Ketika umpan balik meningkatkan pemahaman dan menyediakan model pembelajaran mandiri, siswa cenderung rajin dan lebih terlibat. Meskipun penilaian sebagai pembelajaran dirancang untuk mengembangkan pembelajaran mandiri, siswa tidak dapat mencapainya tanpa bimbingan dan arahan yang berasal dari umpan balik yang terperinci dan relevan. Siswa membutuhkan umpan balik untuk membantu mengembangkan otonomi dan kompetensi. Keterampilan yang kompleks, seperti pemantauan dan pengaturan diri, menjadi rutin hanya ketika ada umpan balik tetap dan berlatih menggunakan keterampilan tersebut. Umpan balik yang efektif menantang gagasan, memperkenalkan informasi tambahan, menawarkan interpretasi alternatif, dan menciptakan kondisi untuk refleksi diri dan ulasan ide. Ini memberi siswa informasi tentang kinerja mereka dalam suatu tugas, dan bagaimana mereka bisa sampai pada kesimpulan sendiri.

Meskipun guru adalah penyedia umpan balik utama tapi bukan satu-satunya. Teman sebaya, keluarga, dan anggota masyarakat juga pemain penting. Siswa belajar banyak dalam keluarga dan komunitas mereka. Ketika siswa menemukan informasi baru, mereka menyaringnya melalui keyakinan dan gagasan

komunitas dan budaya mereka. Mereka membandingkan informasi baru dengan kepercayaan dan ide yang dipegang oleh orang-orang di sekitar mereka.

b. Belajar Diferensiasi

Ketika penilaian yang dilakukan siswa serupa dengan guru, siswa mempraktikkan keterampilan metakognitif mereka sendiri berupa refleksi diri (*self-reflection*), analisis diri (*self-analysis*), interpretasi, dan reorganisasi pengetahuan. Apabila keterampilan berkembang dengan baik siswa akan mengarahkan pembelajaran mereka sendiri. Mereka akan belajar untuk meminta dukungan, mencari informasi baru, memperkuat atau menentang keputusan dengan meninjau dan mendiskusikannya dengan orang lain.

Penilaian sebagai pembelajaran menyediakan kondisi di mana siswa dan guru dapat mendiskusikan apa yang siswa pelajari, apa artinya melakukannya dengan baik, apa alternatifnya bagi setiap siswa untuk memajukan pembelajarannya, apa tujuan pribadi yang telah dicapai, dan apa tujuan yang lebih menantang ditetapkan.

c. Pelaporan

Pelaporan dalam penilaian sebagai pembelajaran adalah tanggung jawab siswa, yang harus belajar mengartikulasikan dan mempertahankan sifat dan kualitas pembelajaran. Ketika siswa merenungkan pembelajaran mereka sendiri dan harus mengomunikasikannya kepada orang lain, mereka mengintensifkan pemahaman tentang suatu topik, kekuatan belajar, dan bidang-bidang di mana mereka perlu berkembang lebih lanjut.

Forum pertemuan orang tua-guru-siswa menjadi tempat pelaporan populer yang sesuai dengan penilaian sebagai pembelajaran. Namun, keberhasilan forum ini tergantung pada struktur dan persiapan siswa. Para siswa harus terlibat dalam penilaian sebagai pembelajaran sepanjang proses belajar mengajar dan dapat memberikan bukti pembelajaran kepada orang tua mereka. Bukti perlu mencakup analisis kemajuan pembelajaran mereka dan apa yang perlu mereka lakukan untuk memajukannya.

D. Kesimpulan

Berdasarkan uraian di atas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penilaian harus bersifat menyeluruh dan berkesinambungan yaitu mencakup semua aspek kompetensi dengan menggunakan berbagai teknik penilaian yang sesuai, untuk memantau dan menilai perkembangan kemampuan peserta didik
2. Penilaian perlu dilaksanakan melalui tiga pendekatan, yaitu penilaian atas pembelajaran (*assessment of learning*), penilaian untuk pembelajaran (*assessment for learning*), dan penilaian sebagai pembelajaran (*assessment as learning*)
3. Posisi siswa dalam penilaian sebagai pembelajaran (*Assessment as learning*) sebagai penilai terbaik terhadap perkembangan kemajuan belajarnya, serta memonitor dirinya sendiri dan teman sekelasnya tentang apa yang telah mereka pelajari dan menggunakan umpan balik dari hasil monitoring ini untuk membuat penyesuaian diri, adaptasi, dan perubahan perbaikan lainnya untuk meningkatkan keberhasilan belajarnya.

4. Penilaian sebagai pembelajaran (*Assessment as learning*) dapat membantu siswa menjadi pembelajar yang lebih mandiri dengan cara melibatkan siswa dalam penilaian diri dan penilaian antarteman secara rutin untuk mendapatkan umpan balik perbaikan pembelajaran.
5. Dalam merencanakan penilaian sebagai pembelajaran (*assessment as learning*) guru harus memperhatikan komponen alasan menilai, apa yang dinilai, metode, penjaminan mutu dan penggunaan informasi.

Daftar Pustaka

Manitoba Education, Citizenship and Youth. 2006. *Rethinking Classroom Assessment with Purpose in Mind: Assessment for Learning, Assessment as Learning, Assessment of Learning*. Manitoba: Minister of Education, Citizenship and Youth

National Council of Teachers of Mathematics. 2000. *Principles and standards for school mathematics*. Virginia: NCTM.

Panduan Penilaian oleh Pendidik dan Satuan Pendidikan Sekolah Menengah Atas. 2017. Jakarta: Dirjen PSMA, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

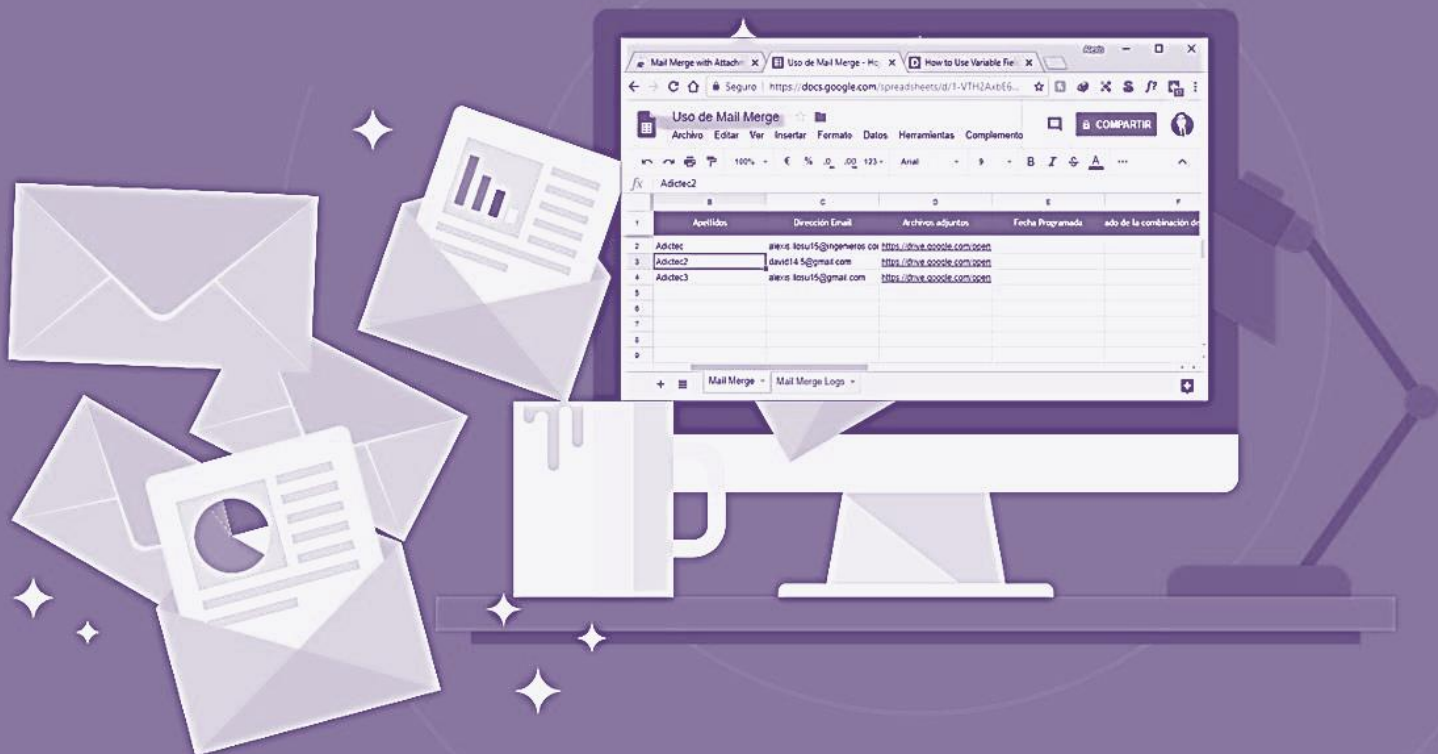
Setiawati,Wiwik. dkk. 2019. *Buku Penilaian Berorientasi HOTS*. Jakarta: Dirjan GTK, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Sumaryanta. 2018. *Ragam penilaian pembelajaran Matematika*.Yogyakarta: Smartmedia Utama.

<https://ainamulyana.blogspot.com/2019/01/assessment-of-learning-assessment-for.html>. Diakses pada 24 April 2020

<https://images.app.goo.gl/yfbc95Rn8n3xi68>. Diakses pada 24 April 2020

*) Muhammad Arif
Guru SMA Negeri 12 Makassar, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan



Aplikasi Sederhana Berbasis untuk Membuat Perangkat Soal Penilaian Harian(PH)

*) Mustakim, M. Pd.

PENDAHULUAN

Aplikasi Sederhana Berbasis *Mail Merge* untuk membuat perangkat soal Penilaian Harian (PH) aspek pengetahuan ini dibuat dilatarbelakangi oleh banyaknya keluhan guru-guru terutama disekolah penulis ketika diminta membuat perangkat soal, baik Penilaian Harian (PH), Penilaian Tengah Semester (PTS), Penilaian Akhir Semester (PAS), Penilaian Kenaikan Kelas (PKK), bahkan penilaian untuk Ujian Sekolah. Guru-guru tersebut sangat kesulitan kalau harus membuat perangkat soal yang lengkap terdiri dari *cover*, penyebaran butir soal, kisi-kisi soal, kartu soal, telaah soal, kunci jawaban, pedoman penilaian, dan soal jadi siap pakai.

Kesulitan para guru akan meningkat ketika diminta membuat perangkat soal apalagi saat membuat kartu soal sebanyak 50 soal untuk soal Penilaian Akhir Semester (PAS)/Penilaian Kenaikan Kelas (PKK)/Ujian Sekolah. Salah satu penyebab kesulitan tersebut adalah langkah kerja yang tidak efektif. Untuk mengatasi kesulitan dan ketidakefektifan cara kerja tersebut, diperlukan aplikasi sederhana, salah satunya memanfaatkan fasilitas Mailmerger yang ada pada *Microsoft Word*.

Dengan Aplikasi Sederhana Berbasis *Mail Merge* untuk membuat perangkat soal Penilaian Harian (PH) maka para guru cukup membuat secara manual *cover*, penyebaran butir soal, telaah soal, pedoman penilaian dan data pokok soal sebagai sumber data. Sedangkan kisi-kisi, kartu soal sebanyak soal, kunci jawaban, dan soal jadi siap pakai secara otomatis akan muncul (jadi).

PEMBAHASAN

Mail Merge

Mail Merge atau Surat Masal adalah sebuah fasilitas dari *Microsoft Word* untuk mengirimkan kepada beberapa orang sekaligus dari satu sumber surat. Secara teknis, dibutuhkan 2 (dua) buah file untuk mengolahnya, yang pertama adalah isi surat atau template, sedangkan yang lainnya adalah data kepada surat tersebut dikirimkan. Kemudian pada proses pengiriman, kedua file tersebut digabungkan. Fasilitas *Mail Merge* pada *Microsoft Word* mempunyai beberapa fungsi dan kegunaan. Salah satunya adalah untuk menghubungkan data *document* pada *Word* dengan data *document* yang ada di *Excel*. Secara sederhana maksudnya adalah, data yang ditulis dalam bentuk list/kolom di *Excel* akan berfungsi sebagai sumber data para “**Penerima surat**” (*Recipients*) atau databasenya, yang nantinya akan ditempatkan pada tulisan di *document word* sebagai alat surat, di mana tulisannya tadi berfungsi sebagai “**Forma**”

Mail Merge memiliki keunggulan sebab dapat menangani pembuatan empat macam dokumen misalnya Label Surat (*Mailing label*), Surat (*Letter*), Direktori (*Directories*), dan Amplop (*Envelope*). Selain itu terdapat hal penting yang ada dalam suatu *mail merge* yang perlu untuk diperhatikan seperti: (1) *Main Document* atau Dokumen Utama yang tidak berubah atau tetap dari surat yang dibuat. Pada saat diketik atau informasi lain pada dokumen utama, maka akan dijadikan format dasar dari surat yang akan dikirimkan; (2) *Data Source* atau Sumber Data sebagai data tujuan yang akan di-merge-kan di dokumen utama. *Data Source* berasal dari, *Microsoft Office Outlook Contact List*, *Microsoft Office Access Database tables*, *Microsoft Office Word Tables*, dan *Microsoft Office Excel Worksheets*.

Aplikasi Sederhana berbasis *Mail Merge*: Perangkat Soal

Perangkat soal lengkap terdiri dari 8 (delapan) bagian yaitu (1) *Cover*, (2) Penyebaran Butir Soal, (3) Kisi-Kisi, (4) Kartu Soal (Pilihan Ganda maupun Uraian), (5) Telaah Soal (Pilihan Ganda maupun Uraian), (6) Kunci Jawaban; (7) Pedoman Penilaian; dan (8) Soal. Dari 8 (delapan) bagian, 4 (empat) bagian dibuat secara manual yaitu *Cover*, Penyebaran Butir Soal, Telaah Soal (Pilihan Ganda maupun Uraian), Pedoman Penilaian. Uraian selengkapnya sebagai berikut.

Cover

Cover berisi antara lain (1) Identitas sekolah lengkap dengan logo; (2) Jenis penilaian (Penilaian Harian, Penilaian Tengah Semester, Penilaian Akhir Semester, Penilaian Kenaikan Kelas, Ujian Sekolah, maupun Ujian Sekolah Berstandar Nasional); (3) Isi perangkat soal; (4) Penyusun dan penelaah soal. Contoh *cover* yang sudah diisi seperti gambar berikut.



Gambar 1. Contoh cover perangkat soal Penilaian Harian (PH)

Penyebaran Butir Soal

Penyebaran butir soal berisi antara lain (1) Jenis ujian/tes ; (2) Jenjang sekolah; (3) Jumlah soal; (4) Mata pelajaran; (5) Kurikulum; (6) Ruang lingkup materi; (7) Bentuk soal (pilihan ganda atau uraian; (8) Nomor soal. Contoh penyebaran butir soal seperti gambar berikut.

PENYEBARAN BUTIR SOAL PENILAIAN HARIAN (PH) KE-2 SEMESTER II TAHUN PELAJARAN 2018/2019

JENIS UJIAN/TES : TERTULIS
 JUMLAH SOAL : 20 BUAH (PILIHAN GANDA)
 KURIKULUM : 2013
 JENJANG SEKOLAH : SMP/MTs.
 MATA PELAJARAN : MATEMATIKA

NO.	RUANG LINGKUP MATERI	BENTUK SOAL						JUMLAH
		PILIHAN GANDA			URAIAN			
		JML SOAL	Level Kognitif	No	JML SOAL	Level Kognitif	No	
1.	<u>Aritmetika Sosial</u>							
	• Keuntungan dan Kerugian	13	L2	1,2,3,4,5,6,7,8,11,12,13,14,15,	-	-	-	13
	• Bunga Tunggal	2	L2	9,10,	-	-	-	2
	• Bruto, Neto, dan Tara	5	L2	16,17,18,19,20	-	-	-	5
		20	-	-	-	-	-	20

Keterangan:
 Level kognitif : L1 (Pengetahuan/Pemahaman)
 L2 (Aplikasi)
 L3 (Penalaran)

Menzetahu
 Kepala SMPN 1 Patean

Drs. Christhonar Susanto
 NIP 19670101 199512 1 005

Kendal, 2 Februari 2019

Penyusun,

Mustakim, M.Pd.
 NIP 19710620 199702 1 001

Gambar 2. Contoh penyebaran butir soal Penilaian Harian (PH)

Telaah Soal (Pilihan Ganda maupun Uraian)

Lembar telaah soal berisi antara lain (1) Mata pelajaran; (2) Bentuk soal ; (3) Kelas; (4) Jumlah soal; (5) Nama penyusun; (6) Nama penelaah; (7) Unit kerja; (8) Unsur/Kriteria penilaian; (9) Nomor soal yang ditelaah. Contoh lembar telaah soal seperti gambar berikut.

KARTU TELAHAH SOAL PILIHAN GANDA
PENILAIAN HARAN (PH) SEMESTER II TAHUN PELAJARAN 2018/2019

MATA PELAJARAN : MATEMATIKA	BENTUK SOAL : PILIHAN GANDA
KELAS : VII	JUMLAH SOAL : 20 BUAH
NAMA PENYUSUN : Mustakim, M.Pd	UNIT KERJA : SMPN 1 Patean
NAMA PENELAHAH : Sis Rotfan, S.Pd	

NO.	UNSUR/KRITERIA PENILAIAN	NOMOR SOAL																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A. MATERI																					
1.	Soal sesuai dengan indikator																				
2.	Penggoch sudah berfungsi																				
3.	Hanya ada satu jawaban yang benar																				
B. KONSTRUKSI																					
4.	Pokok soal dirumuskan dengan singkat dan jelas																				
5.	Pokok soal tidak memberi petunjuk ke arah jawaban yang benar																				
6.	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda																				
7.	Gambar grafik, tabel, diagram dan sejenisnya pada soal jelas dan berfungsi																				
8.	Pilihan jawaban homogen dan logis																				
9.	Panjang jawaban relatif sama																				
10.	Pilihan jawaban tidak menggunakan pernyataan "semua jawaban di atas benar"																				
11.	Pilihan jawaban yang berbentuk angka disusun berdasarkan besaran kecil atau besar																				
12.	Butir soal tidak bergantung pada jawaban soal sebelumnya																				
C. BAHASA																					
13.	Soal menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia																				
14.	Soal menggunakan bahasa yang komunikatif																				
15.	Soal tidak menggunakan bahasa lokal setempat																				
16.	Pilihan jawaban tidak mengulang kata/kelompok kata yang sama																				
JUMLAH	SESUAI DENGAN KRITERIA PENILAIAN																				
	TIDAK SESUAI DENGAN KRITERIA PENILAIAN																				

Keterangan Pengisian Kolom: Sesuai dengan kriteria penilaian Tidak sesuai dengan kriteria penilaian

Kendal, 2019
Penyusun Soal

Mengetahui Kepala sekolah,
Dr. Christopher Susanto
 NIP. 19670101 199312 1 005

Mengetahui Penelaah,
Sis Rotfan, S.Pd
 NIP. 19520424 198403 2 010

Gambar 3. Contoh lembar telaah soal Penilaian Harian (PH)

Pedoman Penilaian

Pedoman penilaian berisi antara lain (1) Mata pelajaran; (2) Kurikulum; (3) Bentuk soal; (4) Nama penyusun; (5) Nomor soal; (6) Kriteria jawaban; (7) Skor maksimal; (8) Pedoman nilai akhir.

PEDOMAN PENSKORAN DAN PENILAIAN
PENILAIAN HARIAN (PH)
SEMESTER II TAHUN PELAJARAN 2018/2019
SMPN 1 PATEAN

Mata Pelajaran : Matematika
Kurikulum Acuan : Kurikulum 2013
Bentuk Soal : Pilihan Ganda
Nama Penyusun : Mustakim, M.Pd.

No	Kriteria Jawaban	Skor Maksimal
1 – 20	Setiap jawaban benar diberi skor 5 Setiap jawaban salah diberi skor 1 Tidak dijawab 0	100
Jumlah Skor		100

Kendal, 2019
Penyusun Soal

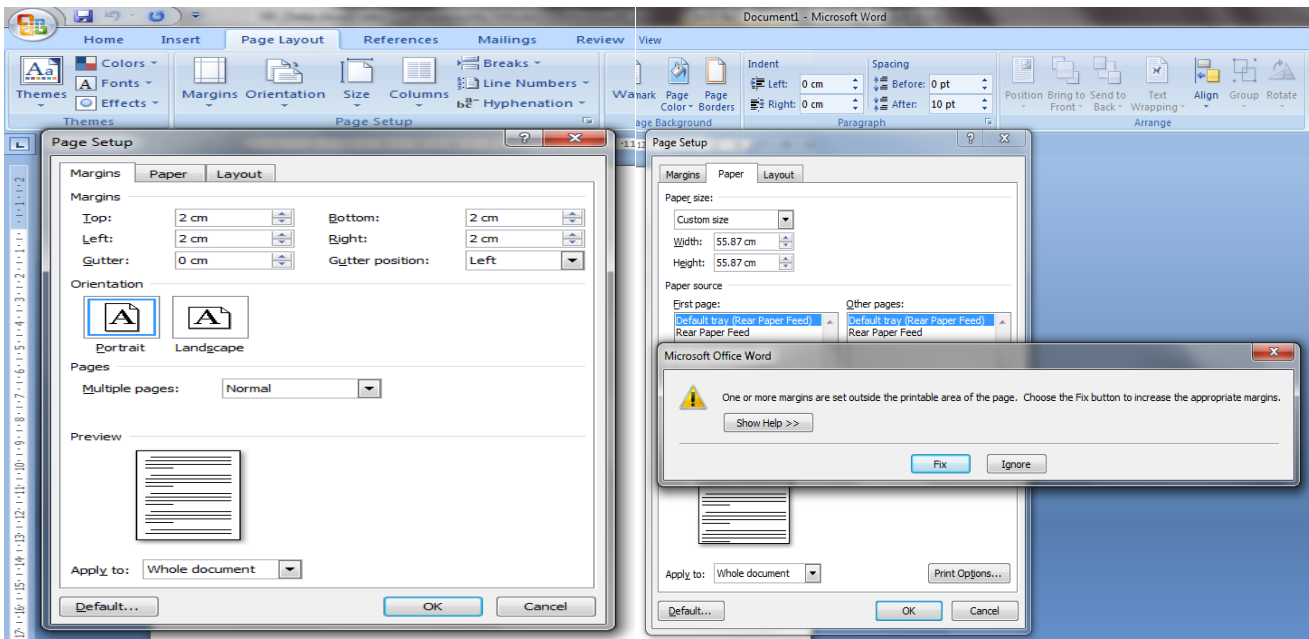
Mustakim, M.Pd.
 NIP. 19710620 199702 1 001

Penilaian
 Nilai Akhir (NA) = Skor perolehan

Gambar 4. Contoh pedoman penilaian soal Penilaian Harian (PH)

Sedangkan 4 (empat) bagian secara otomatis jadi dengan *Mail Merge* yaitu Kisi-Kisi, Kartu Soal (Pilihan Ganda maupun Uraian), Kunci Jawaban, dan Soal. Untuk menggunakan *Mail Merge* diperlukan 2 (dua) dokumen penting yaitu (1) *Main Document* atau Dokumen Utama dan (2) *Data Source* atau Sumber Data. Yang termasuk *Main Document* atau Dokumen Utama adalah Kisi-Kisi, Kartu Soal (Pilihan Ganda maupun Uraian), Kunci Jawaban, dan Soal.

Sedangkan *Data Source* atau Sumber Data dibuat berupa tabel terdiri dari 17 (tujuh belas) kolom yang berisi (1) No, (2) Kompetensi Dasar (KD), (3) Kelas/Semester, (4) Materi, (5) Jumlah Soal, (6) Indikator Soal, (7) Level Kognitif (L1, L2, L3), (8) Nomor Soal, (9) Bentuk Soal (Pilihan Ganda atau Uraian), (10) Deskripsi Soal; (11) Gambar/Tabel/Diagram, (12) Kunci Jawaban, (13) Buku Sumber. Untuk membuat sumber data aturlah kertas (klik Page Layout > Page Setup dengan margin Top = Botton = Left = Right = 2 cm, custom size width = 55,87 cm height = 55,87 cm. Klik Oke, jika muncul Fix atau Ignore maka klik Ignore. Perhatikan gambar-gambar berikut.



Gambar 5. Cara mengatur file untuk lembar sumber data

Kemudian semua kolom diisi dengan lengkap termasuk untuk gambar jika pada soal muncul gambar/grafik/tabel. Kemudian disimpan dengan nama tertentu misal **Data pokok soal**.

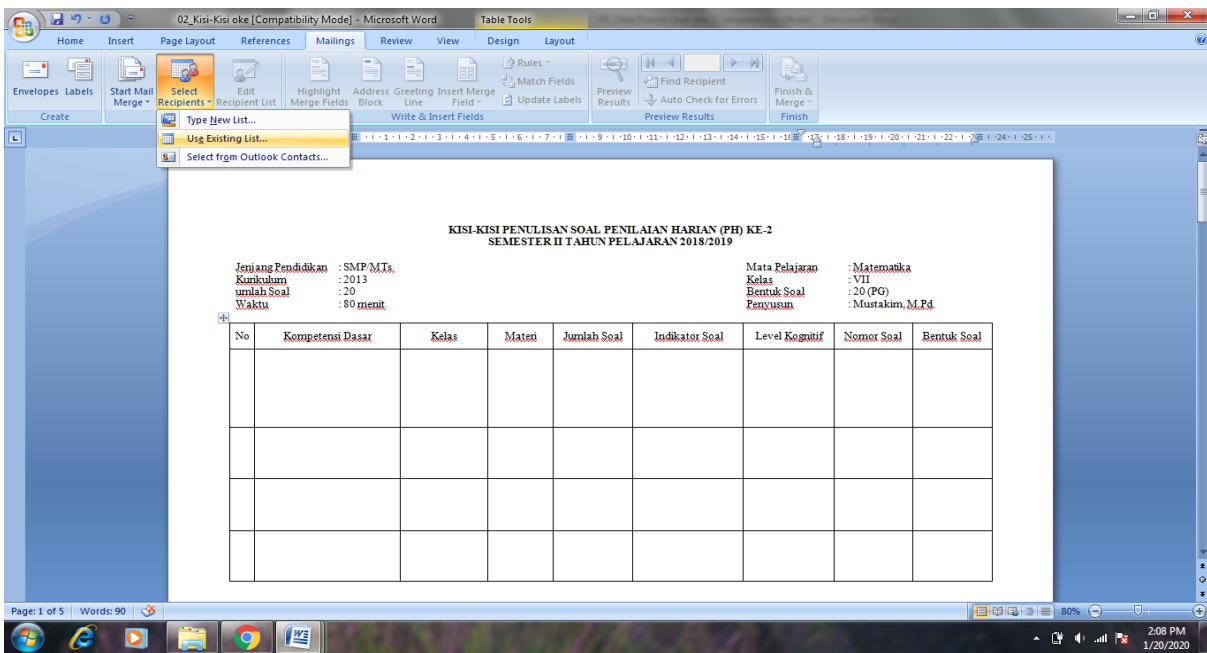
No	Kompetensi Dasar	Kelas Semester	Materi	Jumlah Soal	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal	Soal	Gambar	Kunci	Buku Sumber															
1.	Menganalisis aritmetika sosial penjualan, pembelian, potongan, keuntungan, kerugian, bunga tunggal, persentase bruto, neto, tara)	VII/2	Aritmetika Sosial: Keuntungan dan Kerugian	1	Disajikan tabel, yang memuat pemasukan dan pengeluaran. Peserta didik dapat menentukan kondisi rugi.	L1	1.	Pilihan Ganda	Tentukan kondisi berikut yang manakah yang menunjukkan kondisi rugi. <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pemasukan (Rp)</th> <th>Pengeluaran (Rp)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A.</td> <td>700.000</td> <td>900.000</td> </tr> <tr> <td>B.</td> <td>1.100.000</td> <td>1.100.000</td> </tr> <tr> <td>C.</td> <td>2.100.000</td> <td>2.000.000</td> </tr> <tr> <td>D.</td> <td>1.650.000</td> <td>1.550.000</td> </tr> </tbody> </table>		Pemasukan (Rp)	Pengeluaran (Rp)	A.	700.000	900.000	B.	1.100.000	1.100.000	C.	2.100.000	2.000.000	D.	1.650.000	1.550.000		A	Buku Siswa Matematika SMP/MTs Kelas
	Pemasukan (Rp)	Pengeluaran (Rp)																									
A.	700.000	900.000																									
B.	1.100.000	1.100.000																									
C.	2.100.000	2.000.000																									
D.	1.650.000	1.550.000																									
2.	Meyelakan masalah berkaitan dengan aritmetika sosial (penjualan, pembelian, potongan, keuntungan, kerugian, bunga tunggal, persentase bruto, neto, tara)	VII/2	Aritmetika Sosial: Keuntungan dan Kerugian	1	Peserta didik dapat menentukan besarnya pendapatan jika diketahui besarnya pengeluaran dan persentase keuntungan seorang pedagang	L2	2.	Pilihan Ganda	Seorang pedagang mengeluarkan Rp1.500.000,00 untuk menjalankan usahanya. Jika pada hari itu dia mendapatkan keuntungan sebesar 10%, maka besarnya pendapatan, yang didapatkan pada hari itu adalah a. Rp1.650.000,00 b. Rp1.400.000,00 c. Rp1.400.000,00 d. Rp1.350.000,00		A	Buku Siswa Matematika SMP/MTs Kelas															
3.	Meyelakan masalah berkaitan dengan aritmetika sosial (penjualan, pembelian, potongan, keuntungan, kerugian, bunga tunggal, persentase bruto, neto, tara)	VII/2	Aritmetika Sosial: Keuntungan dan Kerugian	1	Peserta didik dapat menentukan besarnya keuntungan yang diperoleh pedagang jika diketahui harga beli barang dan harga jualnya (dinyatakan dalam persentase)	L2	3.	Pilihan Ganda	Pak Dedi membeli suatu sepeda motor bekas dengan harga Rp5.000.000,00. Dalam waktu satu minggu motor tersebut dijual kembali dengan harga 110% dari harga belinya. Tentukan keuntungan Pak Dedi. a. Rp500.000,00 b. Rp1.000.000,00 c. Rp4.500.000,00 d. Rp5.500.000,00		A	Buku Siswa Matematika SMP/MTs Kelas															
4.	Meyelakan masalah berkaitan dengan aritmetika sosial (penjualan, pembelian, potongan, keuntungan, kerugian, bunga tunggal, persentase bruto, neto, tara)	VII/2	Aritmetika Sosial: Keuntungan dan Kerugian	1	Peserta didik dapat menentukan besarnya keuntungan yang diperoleh pedagang jika diketahui harga beli barang dan harga jualnya (dinyatakan dalam persentase)	L2	4.	Pilihan Ganda	Pak Candra membeli suatu sepeda bekas dengan harga Rp500.000,00. Dalam waktu satu minggu sepeda tersebut dijual kembali dengan harga 110% dari harga beli. Tentukan keuntungan Pak Candra. a. Rp550.000,00 b. Rp100.000,00 c. Rp50.000,00 d. Rp25.000,00		C	Buku Siswa Matematika SMP/MTs Kelas															
5.	Meyelakan masalah berkaitan dengan aritmetika sosial (penjualan, pembelian, potongan, keuntungan, kerugian, bunga tunggal, persentase bruto, neto, tara)	VII/2	Aritmetika Sosial: Keuntungan dan Kerugian	1	Peserta didik dapat menentukan persentase kerugian yang diperoleh pedagang jika diketahui harga beli dan harga jual suatu barang	L2	5.	Pilihan Ganda	Pak Edi membeli mobil dengan harga Rp160.000.000,00. Setelah 6 bulan dipakai, Pak Edi menjual mobil tersebut dengan harga Rp140.000.000,00. Tentukan raksian terkecil persentase kerugian yang ditanggung oleh Pak Edi. a. 20% b. 18% c. 15% d. 12%		D	Buku Siswa Matematika SMP/MTs Kelas															

Gambar 6. Lembar sumber data yang sudah diisi dengan lengkap

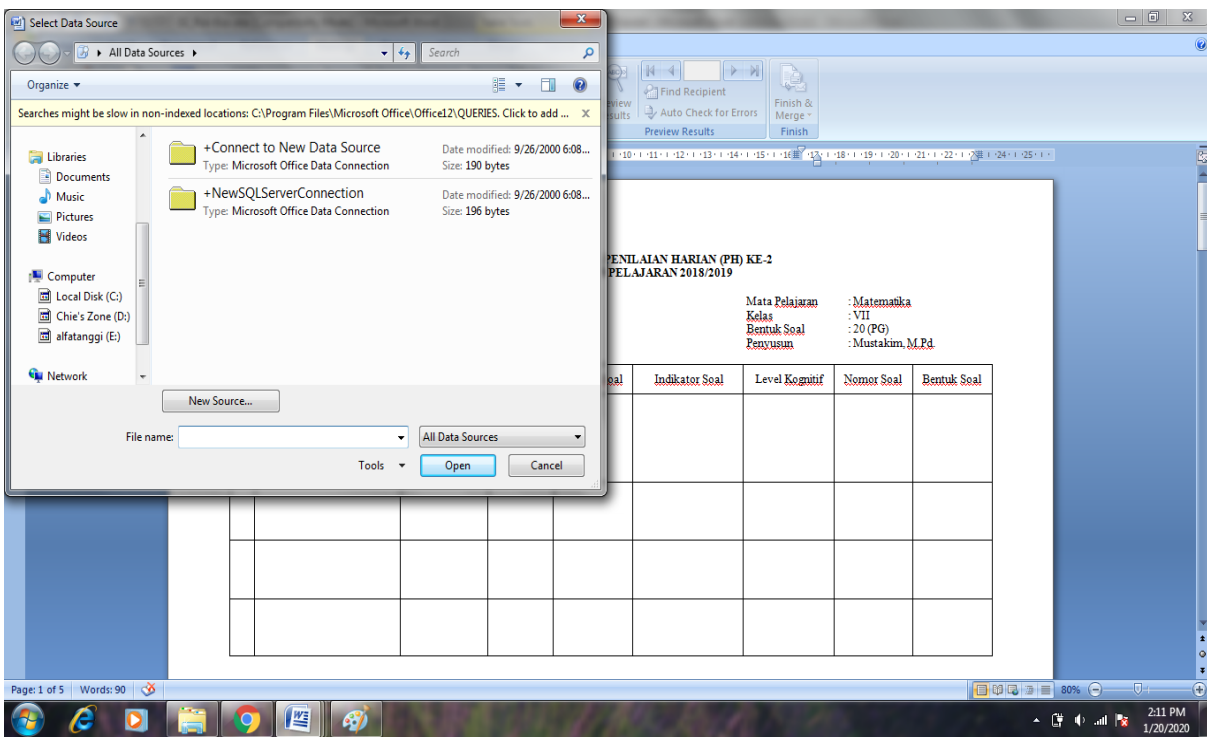
Kisi-kisi, Kartu Soal, Kunci Jawaban, dan Soal Jadi

Untuk membuat Kisi-kisi, kartu soal, kunci jawaban, dan soal jadi maka *mailmerge* kisi-kisi, kartu soal, kunci jawaban, dan soal jadi dengan sumber data yaitu file Data pokok soal dengan langkah-langkah sebagai berikut (misalkan membuat kisi-kisi soal).

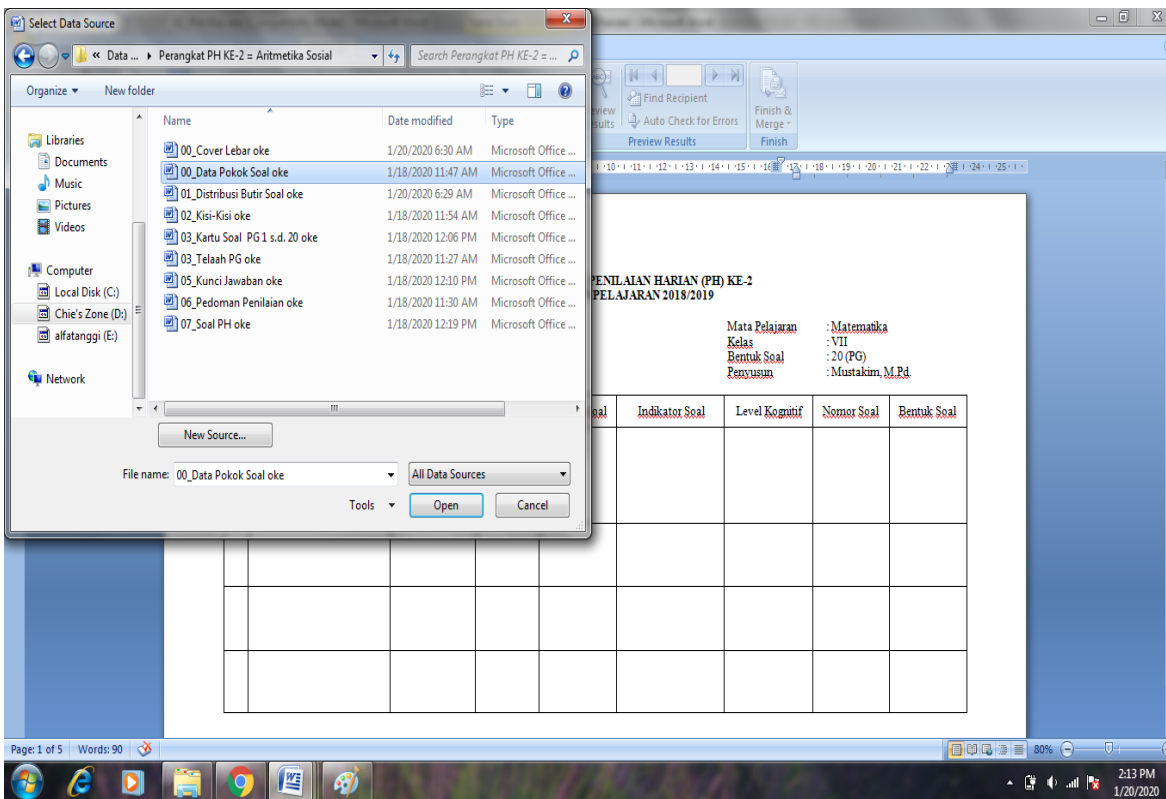
Aktifkan file Kisi-kisi soal seperti gambar 3, lengkapi yang belum lengkap misalnya ke-..., Semester kemudian klik *Mailings* \square *Select Recipients* \square *Use Existing List* (Gambar 7) kemudian akan muncul menu seperti Gambar 8 Submenu *Use Existing List*. Kemudian cari dan hubungkan dengan Data Pokok Soal (Gambar 9). Selanjutnya isi setiap kolom dengan cara klik *Insert Merge Field*, misalnya mengisi kolom **No** maka letakkan kursor pada kolom nomor kemudian klik *Insert Merge Field No* dan seterusnya sampai sampai baris terisi. Untuk baris kedua kita *copypaste* baris pertama kemudian pada kolom awal diberi *Rules Next Record*. Untuk baris ketiga dan seterusnya cukup kita *copypaste* baris kedua sehingga akan muncul seperti Gambar 10. Untuk melihat hasil akhir klik **PreviewResults**. Untuk membuat kartu soal, kunci jawaban, dan soal jadi ikuti langkah-langkah seperti di atas.



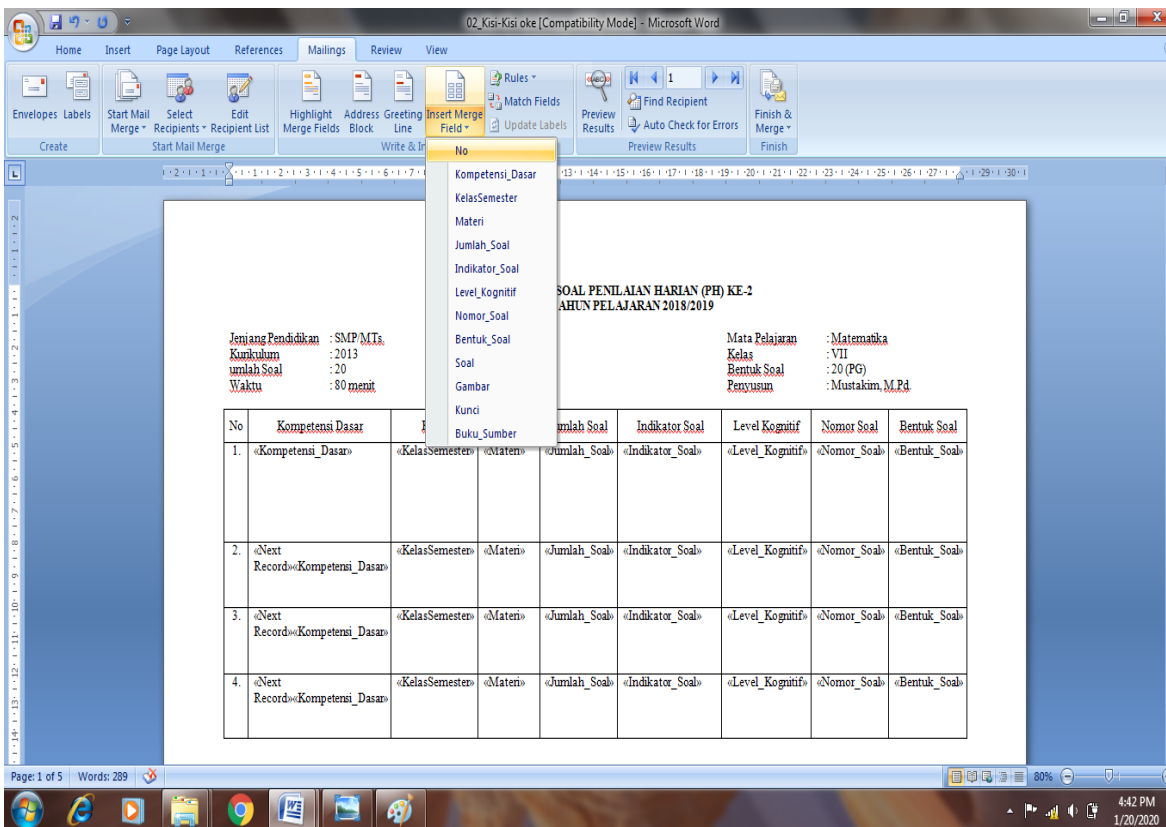
Gambar 7. Menu Mailings Select Recipients Use Existing List



Gambar 8. Use Existing List



Gambar 9. Sub menu *Use Existing List* untuk mengkonekkan dengan Data pokok soal



Gambar 10. Mengisi tiap kolom dengan *Insert Merge Field*

PENUTUP

Simpulan

Aplikasi Sederhana Berbasis *Mail Merge* untuk membuat perangkat soal Penilaian harian (PH) sangat mudah dibuat oleh guru dan akan sangat membantu guru dalam menyiapkan perangkat penilaian. Untuk membuat perangkat soal Penilaian Tengah Semester (PTS) tinggal menggabungkan data pokok soal dari dua atau tiga penilaian harian. Sedangkan untuk membuat perangkat soal Penilaian Akhir Semester (PAS) tinggal menggabung data pokok soal PTS dengan data pokok soal tiga atau empat penilaian harian selanjutnya. Demikian juga untuk membuat perangkat penilaian USBN tinggal menggabungkan data pokok soal PAS dengan PKK kelas VII, VIII, dan IX.

Saran

Aplikasi Sederhana Berbasis *Mail Merge* untuk membuat perangkat soal Penilaian harian (PH) masih banyak kekurangan dan perlu disempurnakan. Bagi teman-teman yang tertarik untuk penyempurnaan dan pengembangan silakan hubungi penulis dinomor 082328084303 atau mustakim200671@gmail.com

DAFTAR PUSTAKA

Madcoms. 2016. *Kupas Tuntas Mail Merge MS. Word untuk Administrasi Perkantoran Menggunakan MS. Excell dan MS. Access*. Jakarta: Andipublisher.

<https://binuscenterblog.wordpress.com/2013/09/03/cara-membuat-mail-merge-pada-microsoft-word-2010/>

<http://www.pintarkomputer.com/cara-membuat-mail-merge-di-ms-office-word-2007-2010-2013/>

*) Mustakim, M. Pd.

Guru Matematika SMPN 1 Patean, Kabupaten Kendal, Jawa Tengah

MEMANFAATKAN NATIONAL GEOGRAPHIC EDUCATION RESOURCE LIBRARY SEBAGAI SUMBER BELAJAR PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA

*) Ika Wulan Yuliasenjani Idha

Pengantar

Apa yang terlintas di pikiran orang-orang, saat mendengar kata *National Geographic*? Beberapa dari mungkin membayangkan video-video menarik tentang binatang liar di Afrika, biota laut yang cantik dan menarik, atau film dokumenter mengenai suku-suku di berbagai belahan dunia yang memiliki budaya yang unik. Sesungguhnya bukan hanya itu yang disuguhkan oleh *National Geographic*. Seperti yang disajikan di situs resminya, selain menyuguhkan konten-konten yang menarik tentang alam, budaya, dan manusia, *National Geographic* juga menyediakan sumber belajar yang sangat bervariasi yang dapat digunakan pada pembelajaran apapun, termasuk pembelajaran matematika. Meskipun banyak hal/sajian menarik namun pada artikel ini akan dijelaskan tentang *National Geographic Education Resource Library* dan pemanfaatannya pada pembelajaran matematika.

National Geographic Learning Framework

National Geographic memiliki kerangka belajar tersendiri yang disebut dengan *National Geographic Learning Framework*. *National Geographic* berkeyakinan bahwa anak-anak dan remaja seharusnya belajar dari pengalaman mereka bersama lingkungannya. Kerangka belajar ini diharapkan dapat membantu para guru untuk mencapai misi *National Geographic* yaitu mengajari anak-anak dan remaja tentang dunia, bagaimana dunia bekerja, serta memberdayakan anak-anak agar sukses dan dapat membuat dunia menjadi lebih baik.

Ada tiga bagian yang tercakup dalam *National Geographic Learning Framework* yaitu sikap (*Attitudes*), keterampilan (*Skills*), dan pengetahuan (*Knowledge*). Ranah sikap pada kerangka belajar ini mencakup tiga hal yang dianggap penting untuk dimiliki anak-anak dan remaja, yaitu *curious and adventurous*, *responsible*, dan *empowered to make a difference*. Mereka diharapkan memiliki rasa ingin tahu bagaimana dunia berjalan sehingga mereka merasa tertantang untuk mencari pengalaman-pengalaman baru yang berguna untuk menjadikan dunia lebih baik. Mereka juga diharapkan memiliki rasa tanggung jawab dan peduli terhadap sesama, mampu melihat perbedaan dari berbagai sudut pandang, dan dapat saling menghormati sesama manusia. Anak-anak dan remaja diberdayakan agar dapat menjadi agen perubahan sehingga mereka dapat bertindak berdasarkan rasa ingin tahu mereka, menjadi pribadi yang saling menghormati dan bertanggung jawab, serta tangguh menghadapi tantangan yang mereka temukan.

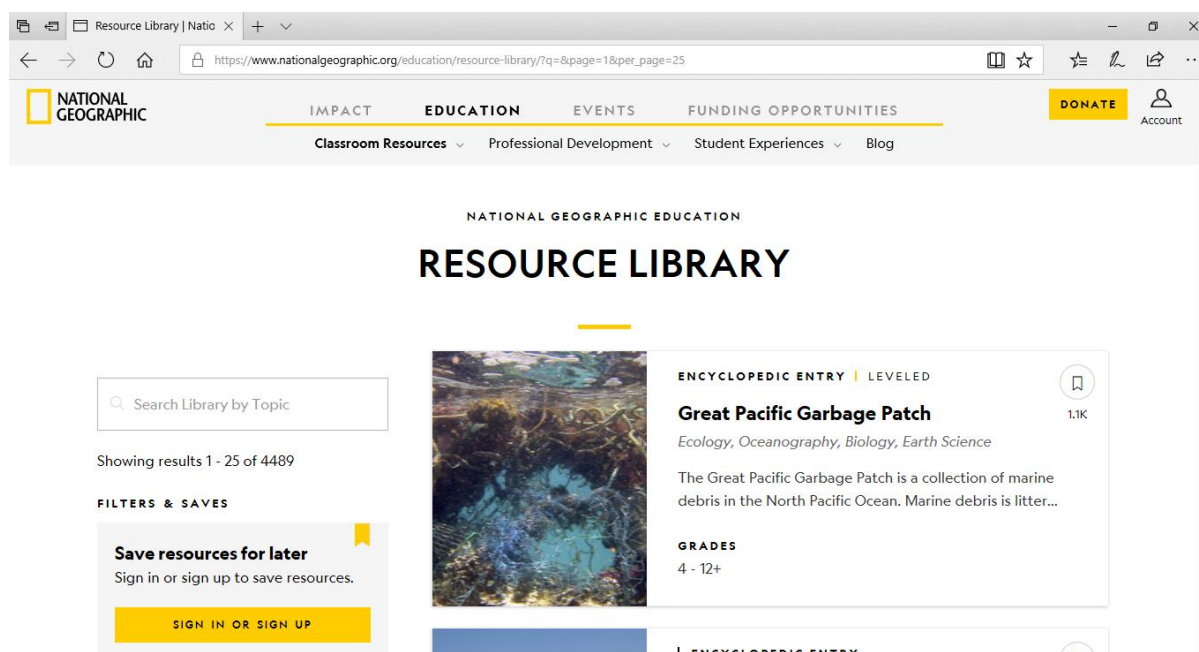
Pada ranah keterampilan, anak-anak dan remaja diharapkan dapat memiliki keterampilan mengamati (*observe*), berkomunikasi (*communicate*), berkolaborasi (*collaborate*), dan memecahkan masalah (*solve problems*). Anak-anak dan remaja diharapkan dapat mengamati dan mendokumentasikan fenomena-fenomena yang terjadi di sekitar mereka serta mengkomunikasikan pengalaman dan ide mereka baik secara lisan maupun tertulis melalui berbagai media. Mereka juga diharapkan mampu berkolaborasi menjadi tim yang solid sehingga dapat menjadi pemecah masalah yang ulung untuk mengatasi permasalahan yang mereka temukan.

National Geographic membagi ranah pengetahuan menjadi 3 bagian yaitu *Human Journey*, *Changing Planet*, dan *Wildlife*. Anak-anak dan remaja perlu memahami perjalanan manusia (*Human Journey*) di

planet ini, dari mana mereka berasal, di mana mereka tinggal sekarang, dan ke mana arah tujuan hidup mereka. Mereka juga perlu memahami bagaimana planet kita selalu berubah (*Changing Planet*), baik karena pengaruh alam maupun karena perbuatan manusia, dan bagaimana komponen-komponen di planet ini saling berinteraksi dan saling menjaga sehingga manusia dapat menjadikan planet bumi sebagai tempat tinggal yang lebih baik. Anak-anak juga perlu mempelajari tentang kehidupan satwa liar (*Wildlife*) yang hidup di planet kita, bagaimana mereka hidup, dan bagaimana menjaga kelestarian mereka.

National Geographic Education Resource Library

National Geographic Education Resource Library dapat diakses di <https://www.nationalgeographic.org/education/resource-library>. Situs ini berisi ribuan sumber belajar yang dapat dipakai oleh guru-guru di seluruh dunia. Sumber belajar pada situs ini dapat memfasilitasi guru untuk mengajar lintas disiplin ilmu dengan cara yang kreatif dan inovatif. Siswa tidak hanya belajar bagaimana menjawab soal, tetapi mereka juga dapat belajar mengamati fenomena di sekitar mereka, mengkomunikasikan gagasan dan pendapat mereka, belajar bekerja dalam sebuah tim, serta memecahkan permasalahan yang mereka temukan. Keterampilan-keterampilan tersebut merupakan beberapa keterampilan yang dibutuhkan siswa untuk dapat beradaptasi di abad 21.



Gambar 1 Tampilan situs *National Geographic Education Resource Library*
Sumber : <https://www.nationalgeographic.org/education/resource-library>

Terdapat banyak sumber belajar pada *National Geographic Resource Library* yang dapat diterapkan pada pembelajaran matematika. Di antaranya adalah *Perils of Plastic* (Bahaya Plastik), *The Golden Ratio* (Rasio Golden), *How the Nanoscale Measures Up* (Bagaimana Mengukur Skala Nano), dan masih banyak lagi.

Perils of Plastic berisi aktifitas siswa yang salah satu tujuannya adalah untuk meningkatkan kesadaran siswa akan bahaya sampah plastik. Pada kegiatan pembelajaran, guru dapat memfasilitasi siswa untuk melakukan penelitian sederhana yang bertujuan agar siswa dapat membuat prediksi mengenai total berat sampah plastik yang dihasilkan oleh lingkungan sekolah. Setelah membuat prediksi, diharapkan siswa dapat mencari solusi agar sampah plastik yang dihasilkan oleh warga sekolah dapat berkurang. Aktifitas

matematika pada kegiatan ini adalah mengumpulkan, menyajikan, dan menganalisis data sehingga siswa dapat membuat prediksi berdasarkan data yang mereka analisis.

Golden Ratio (perbandingan emas) merupakan sebuah artikel yang membahas tentang suatu nilai perbandingan yang diperoleh dari barisan bilangan Fibonacci. Artikel ini dilengkapi dengan gambar-gambar bunga yang cantik. Siswa dapat mengamati pola Fibonacci pada kelopak bunga. Selain kelopak bunga, siswa pun belajar tentang rasio golden melalui benda-benda lain seperti tubuh manusia dan bangunan bersejarah seperti Parthenon yang terletak di Yunani.

How the Nanoscale Measures Up berisi aktifitas siswa untuk belajar mengenai pengukuran menggunakan skala nano. Siswa dapat mengamati gambar-gambar makhluk hidup yang berukuran sangat kecil seperti bakteri E Coli, kepala semut, partikel emas, dan lainnya. Gambar-gambar tersebut dilengkapi dengan keterangan mengenai ukuran nyata objek-objek yang ditampilkan. Materi matematika yang terkait dengan aktifitas ini adalah notasi ilmiah.

Masih banyak lagi sumber belajar yang tersedia di *National Geographic Resource Library*. Guru dapat menggali lebih dalam sumber-sumber tersebut dan juga dapat memodifikasinya dengan leluasa agar cocok dengan kondisi kelas yang diampunya.

Contoh Pemanfaatan dalam Pembelajaran Matematika

Salah satu permasalahan lingkungan yang terjadi saat ini adalah semakin bertambahnya jumlah sampah plastik yang dihasilkan oleh orang-orang dari seluruh dunia. Seperti yang dituliskan dalam situs <https://ourworldindata.org>, kecenderungan produksi plastik semakin meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2015 produksi plastik sudah mencapai 381 juta ton. Masih di tahun yang sama, hanya 20% dari total sampah plastik yang didaur ulang. Sampah plastik sangat berbahaya bagi bumi. Plastik tidak dapat diuraikan. Plastik hanya berubah menjadi bentuk yang lebih kecil yang disebut dengan mikroplastik. Banyak hewan laut dilaporkan mati akibat memakan sampah plastik. Andai hewan tersebut bisa bertahan hidup kemudian dimakan oleh manusia, maka mikroplastik dipastikan masuk ke tubuh manusia. Hal ini tentu saja berbahaya bagi kesehatan manusia itu sendiri.

Sebagai guru, banyak cara yang dapat dilakukan untuk menumbuhkan kesadaran siswa akan bahaya sampah plastik. Di antaranya adalah dengan mengintegrasikannya ke dalam pembelajaran matematika. Salah satu materi ajar yang relevan dengan topik sampah plastik adalah statistika. Pada tingkat SMP, materi statistika dipelajari di kelas VII dan VIII. Di kelas VII materi yang dipelajari adalah penyajian data, sementara kelas VIII materi yang dipelajari adalah analisis data.

Pada bagian ini akan diuraikan mengenai pembelajaran matematika kelas VIII pada KD 3.10 (menganalisis data berdasarkan distribusi data, nilai rata-rata, median, modus, dan sebaran data untuk mengambil kesimpulan, membuat keputusan, dan membuat prediksi) dan 4.10 (menyajikan dan menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan distribusi data, nilai rata-rata, median, modus, dan sebaran data untuk mengambil kesimpulan, membuat keputusan, dan membuat prediksi) dengan topik bahaya sampah plastik. Kegiatan ini dilakukan secara berkelompok dengan menggunakan sumber belajar dari *National Geographic Education Resource Library* berupa panduan aktifitas *Perils of Plastic* dan ensiklopedia *Great Pacific Garbage Patch*. Aktifitas dalam *Perils of Plastic* dimodifikasi sedemikian rupa agar sesuai dengan kondisi kelas.

Model pembelajaran yang digunakan adalah *Inquiry Based Learning*. Dalam Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016 disebutkan bahwa pembelajaran berbasis penemuan/penyingkapan (*discovery/inquiry learning*) perlu diterapkan untuk memperkuat pendekatan ilmiah (*scientific*), tematik terpadu (tematik antar pelajaran), dan tematik (dalam suatu mata pelajaran). Menurut Sutman, et.al. (2008; dalam Modul Materi Penyegaran Instruktur Nasional Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Pertama, 2018:43), sintaks *Inquiry/Discovery Learning* meliputi lima langkah yaitu merumuskan pertanyaan, merencanakan, mengumpulkan dan menganalisis data, menarik simpulan, serta aplikasi dan tindak lanjut.

1. Tahap 1 : Merumuskan Pertanyaan

Pada tahap pertama, siswa diarahkan untuk mengamati kondisi lingkungan sekolah. Siswa melakukan observasi sederhana mengenai jenis sampah yang paling banyak ditemukan, banyaknya sampah plastik dibandingkan sampah jenis lain, serta merumuskan pertanyaan-pertanyaan berikut :

- a) Apa bahaya sampah plastik bagi bumi dan manusia?
- b) Berapa perkiraan berat sampah plastik yang dihasilkan oleh seluruh siswa di SMPN 6 Majalengka selama satu tahun?
- c) Hal-hal apa yang dapat dilakukan oleh warga sekolah untuk mengurangi jumlah sampah plastik yang dihasilkan oleh warga sekolah?

2. Tahap 2 : Merencanakan

Pada tahap kedua, siswa membuat perencanaan mengenai penelitian sederhana yang dapat dilakukan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan pada tahap 1. Rencana yang dibuat adalah mengumpulkan informasi dari berbagai sumber mengenai bahaya dampak plastik bagi bumi dan manusia, melakukan penelitian sederhana agar dapat memprediksi berat sampah plastik yang dihasilkan oleh seluruh siswa sekolah, dan menyusun laporan hasil penelitian mereka.

3. Tahap 3 : Mengumpulkan dan Menganalisis data

Sebelum melakukan kegiatan pengumpulan data, siswa terlebih dahulu mempelajari materi tentang rata-rata, nilai tengah, dan modus. Kemudian siswa mempelajari ensiklopedia *Great Pacific Garbage Patch* dan sumber lainnya dari internet untuk mengetahui bahaya sampah plastik bagi bumi dan manusia. Setelah itu siswa melakukan kegiatan pengumpulan data dengan mencatat jenis dan berat sampah plastik yang mereka hasilkan selama 3 hari. Data dicatat dan disajikan dalam bentuk tabel dan diagram menggunakan *Google Spreadsheet*. Berdasarkan data tersebut, mereka menghitung rata-rata berat sampah plastik yang dihasilkan oleh setiap siswa dalam sehari.

4. Tahap 4 : Menarik Simpulan

Pada tahap keempat, siswa membuat prediksi jumlah dan berat sampah yang dihasilkan di lingkungan sekolah oleh seluruh siswa selama satu tahun berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh pada tahap ketiga.

5. Tahap 5 : Aplikasi dan Tindak Lanjut

Siswa menyadari ternyata berat sampah yang dihasilkan bisa mencapai ratusan kilogram dalam setahun. Siswa diharapkan juga memahami semakin banyak sampah plastik yang dihasilkan maka semakin besar pula bahaya yang akan dialami oleh manusia dan lingkungan. Kemudian mereka mengajukan beberapa alternatif solusi untuk mengatasi permasalahan sampah di lingkungan sekolah.

Siswa membuat laporan hasil penelitian mereka menggunakan *Google Sites* agar dapat dibaca oleh seluruh warga sekolah. Contoh laporan salah satu kelompok dapat dilihat di <https://sites.google.com/smpn6majalengka.sch.id/laporankelompok1kelas8d/beranda>.

Penutup

Dalam praktik pembelajaran yang memanfaatkan *National Geographic Education Resource Library* yang telah dilakukan, siswa-siswa terlihat sangat senang mengikuti kegiatan pembelajaran. Selain mempelajari materi mengenai ukuran pemusatan dan penyebaran data, mereka juga memperoleh pengetahuan baru tentang permasalahan sampah plastik, baik secara global maupun secara lokal di lingkungan sekolah mereka. Melalui kegiatan yang dilakukan secara berkelompok, mereka belajar bagaimana bekerja sama agar dapat menjadi tim yang solid. Permasalahan yang dipecahkan merupakan permasalahan nyata yang mereka temui dalam kehidupan sehari-hari, yaitu produksi sampah plastik yang jumlahnya sangat banyak di lingkungan sekolah. Mereka juga belajar menggunakan teknologi untuk menyampaikan ide dan gagasan mereka mengenai alternatif solusi yang mereka tawarkan untuk mengatasi permasalahan.

Sebagai seorang guru, penulis merasa terbantu oleh *National Geographic Education Resource Library*. Dengan mengeksplorasi sumber belajar yang ada, penulis dapat melaksanakan pembelajaran tematik sehingga siswa tidak hanya belajar matematika saja tetapi dapat mengaitkan matematika dengan kehidupan sehari-hari. Dengan cara belajar tersebut, kreatifitas dan keterampilan berpikir kritis siswa dapat diasah. Kemampuan berkolaborasi dan berkomunikasi dengan menggunakan media teknologi juga dapat dilatih. Dengan demikian diharapkan siswa memperoleh kesempatan untuk mengasah keterampilan-keterampilan yang diperlukan oleh mereka untuk hidup di abad 21.

Daftar Rujukan

<https://www.nationalgeographic.org/>. *National Geographic Learning Framework*. Diakses dari <https://www.nationalgeographic.org/education/about/learning-framework> pada tanggal 1 Agustus 2020.

<https://www.nationalgeographic.org/>. *National Geographic Education Resource Library*. Diakses dari <https://www.nationalgeographic.org/education/resource-library> pada tanggal 3 Agustus 2020.

Materi Penyegaran Instruktur Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Pertama Mata Pelajaran Matematika. 2020. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah.

Rithcie, Hannah, & Roser, Max. 2018. *Plastic Pollution*. Diakses dari <https://ourworldindata.org/plastic-pollution> pada tanggal 2 Agustus 2020.

*) Ika Wulan Yuliasenjani Idha, S.Si.

Guru SMPN 6 Majalengka, Jawa Barat



Virtual Manipulative: Ubin Aljabar Virtual

) Muhammad Taqiyuddin dan Ulfa Aulyah Idrus

Pendahuluan

Dalam beberapa bulan sejak bulan-bulan awal tahun 2020, pembelajaran daring menjadi sistem yang tidak terhindarkan akibat pandemi Covid-19. Hal ini menyebabkan banyak guru perlu menyesuaikan desain pembelajaran mereka dalam mode jarak jauh. Banyak aktivitas di kelas yang tidak dapat diadaptasi dengan mudah dalam mode daring. Sebagai contoh, guru matematika menghadapi masalah dalam upaya memfasilitasi aktivitas matematika yang biasanya dilaksanakan di kelas dengan menggunakan *manipulatives* atau alat peraga matematika. Sebagai salah satu solusi dari keresahan tersebut, artikel ini akan menguraikan secara detail penggunaan media pembelajaran berbasis web (*virtual manipulative*) yang berupa Ubin Aljabar virtual.

Virtual Manipulative dan Ubin Aljabar Virtual

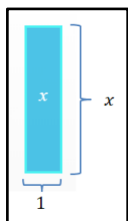
Salah satu definisi dari *virtual manipulative* (VM) adalah sebagai berikut: “*In our view, a virtual manipulative is best defined as an interactive, Web-based visual representation of a dynamic object that presents opportunities for constructing mathematical knowledge*” (Moyer, Bolyard, & Spikell, 2002). Artinya, VM dapat dipahami sebagai sebuah media pembelajaran matematika yang berbasis web, interaktif, serta dinamis. VM haruslah mengakomodasi kebutuhan siswa untuk menggunakan sebuah alat peraga matematika daring layaknya yang dapat digunakan ketika di kelas. Sebuah media daring yang hanya menampilkan gambar sebuah representasi matematis belum cukup untuk dikategorikan sebagai VM karena siswa tidak dapat menggunakan media tersebut secara aktif. Untuk melihat contoh koleksi VM, banyak penelitian yang menyarankan untuk melihat di National of Virtual Manipulatives (<http://nlvm.usu.edu/en/nav/vlibrary.html>) yang disusun oleh Utah State University (Durmus, & Karakirik 2006; Moyer, Bolyard, & Spikell, 2002).

Dalam tulisan ini, akan dibahas salah satu contoh dari VM yakni *Algebra Tiles* atau yang dikenal dan diterjemahkan dalam Bahasa Indonesia sebagai Ubin Aljabar. Ubin Aljabar seringkali digunakan di kelas dalam bentuk konkret, misalnya, dapat berupa kertas yang dipotong sehingga membentuk berbagai macam persegi panjang dan persegi. Di lain pihak, tulisan ini akan membahas versi virtual dari Ubin Aljabar yang salah satunya digunakan untuk mengajar dan belajar aljabar melalui representasi geometris (Garzón & Bautista, 2018; Leitze & Kitt, 2000).

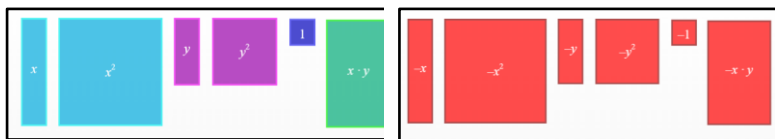
Cara Menggunakan Ubin Aljabar dengan CPM Tiles

Ubin Aljabar dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan, salah satunya, untuk visualisasi bentuk pemfaktoran aljabar, yakni proses mengubah suatu bentuk aljabar menjadi perkalian dari beberapa bentuk aljabar. Meskipun ada banyak penggunaan lain, termasuk operasi aritmatika untuk polinomial, menyelesaikan persamaan linear, dan pemodelan bentuk aljabar (Garzón & Bautista, 2018), dalam tulisan ini hanya akan dibahas penggunaan Ubin Aljabar untuk pemfaktoran secara detail dalam artikel ini. Lebih spesifik, akan dibahas penggunaan CPM Tiles (<https://technology.cpm.org/general/tiles/>).

Untuk dapat menggunakannya, konsep prasyarat yang perlu dikuasai adalah rumus luas persegi panjang, yaitu $Luas = Panjang \times Lebar$. Sebagai contoh, karena persegi panjang pada Gambar 1 memiliki panjang x satuan dan lebar 1 satuan, maka persegi panjang tersebut dianggap mewakili nilai $1 \times x = x$. Daftar objek yang tersedia pada aplikasi CPM Tiles dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1



Gambar 2



Gambar 3



Gambar 4

Dalam tulisan ini, akan digunakan beberapa istilah untuk objek-objek yang digunakan, yaitu: 1. Persegi satuan (Objek berupa persegi berukuran 1×1); 2. Strip (Objek berbentuk persegi panjang $1 \times x$ atau $1 \times y$); 3. Persegi besar (Persegi x^2 atau y^2); dan 4. Ubin (Persegi satuan, strip, atau persegi besar).

Ada kalanya bentuk kuadrat yang akan difaktorkan memiliki koefisien negatif. Dengan mengeklik kiri ubin sebanyak satu kali, ubin menjadi bernilai negatif (lihat Gambar 3). Terkadang diperlukan langkah mengubah orientasi ubin dari vertikal menjadi horizontal maupun sebaliknya yang dapat dilakukan dengan mengeklik kiri strip sebanyak dua kali (lihat Gambar 4). Selain itu, terdapat pula beberapa fitur penting lainnya, seperti *Clear Tiles* untuk membersihkan semua ubin di kanvas dan *Save* untuk menyimpan pekerjaan. Simbol pada aplikasi dapat diubah sesuai kebutuhan dengan mengetikkannya pada kolom label. Selain itu, sebuah *slider* dapat digunakan untuk menyesuaikan ukuran ubin.

Sebelum mempelajari pemfaktoran, sebaiknya guru memastikan siswa sudah familiar dengan semua fitur yang ada di CPM Tiles. Hal ini bukan hanya berarti siswa tahu apa kegunaan fitur yang ada di CPM Tiles, namun juga paham makna matematis dari penggunaan fitur, misalnya representasi aljabar dari tiap ubin atau kombinasi dari beberapa ubin. Selain itu, juga penting untuk dipahami apa makna matematis dari *slider*, hal yang tidak dapat kita temukan dalam ubin aljabar konkret. Lebih lanjut, siswa harus sudah mempelajari perkalian polinomial sebagai materi prasyarat (Leitze & Kitt, 2000), terutama dengan menggunakan Ubin Aljabar.

Tahap pemfaktoran bentuk kuadrat dengan menggunakan CPM Tiles

Secara rinci, salah satu skenario alur pemfaktoran dengan CPM Tiles dapat dilihat pada Diagram 1 dan akan diperjelas dengan empat contoh pemfaktoran yang kami sajikan di sini.

Contoh 1: Faktorkan bentuk kuadrat $x^2 + 5x + 4$.

Pertama-tama, lakukan Tahap 1 (Persiapan). Karena koefisien dari x^2 , koefisien dari x , dan konstanta dari bentuk aljabar pada soal adalah 1, 5, dan 4 berturut-turut, maka sediakan 1 persegi besar, 5 strip, dan 4 persegi satuan. Untuk mengambil ubin tersebut, tarik gambar-gambar yang telah disediakan di sebelah kiri layar dan lepaskan ke kanvas di bagian kanan layar (lihat Gambar 5). Lakukan Tahap 2 (Penyusunan) dengan menyusun ubin-ubin tersebut menjadi persegi panjang sempurna. Gambar 6 memperlihatkan salah satu kemungkinan susunan ubin. Karena ubin dapat disusun menjadi persegi panjang, lanjutkan ke Tahap 3 (Pemeriksaan) dan ubah ukuran ubin (lihat Gambar 7).

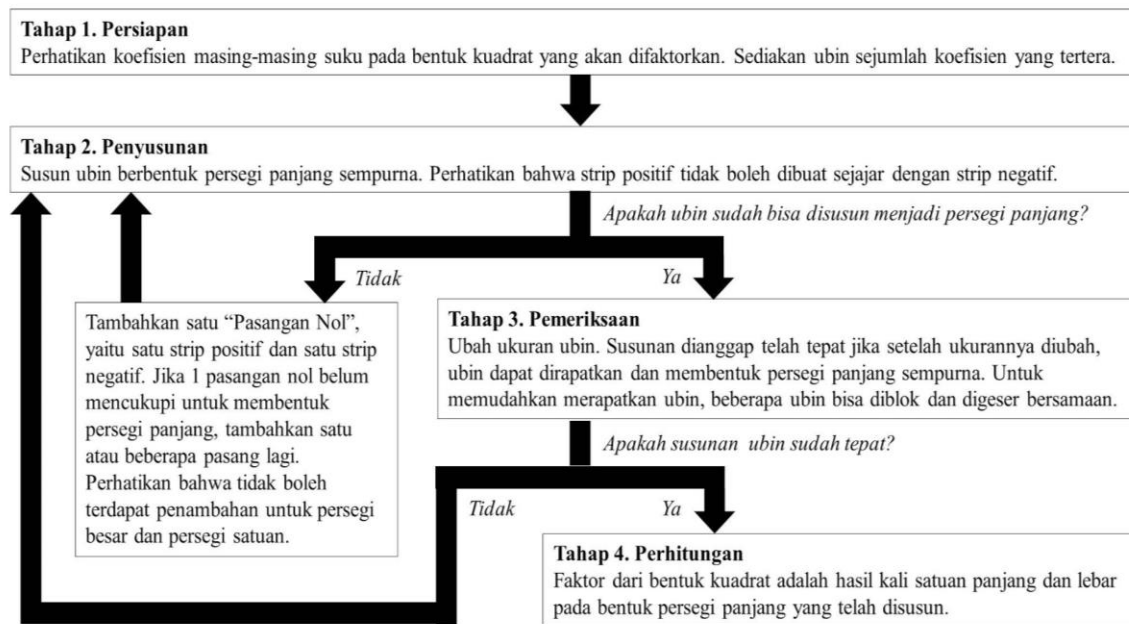
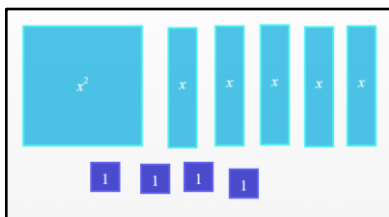
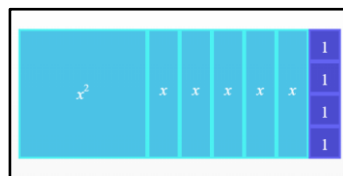


Diagram 1

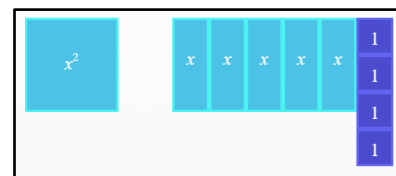
Selanjutnya, rapatkan ubin. Untuk memudahkan, beberapa ubin dapat diblok dan ditarik secara bersamaan. Pada Gambar 8, terlihat bahwa setelah dirapatkan, susunan ubin tidak lagi berbentuk persegi panjang. Dengan demikian, susunan di atas masih perlu diperbaiki. Oleh karena itu, kembali pada Tahap 2 (Penyusunan). Susunan lain yang bisa diperoleh adalah sebagaimana pada Gambar 9. Karena ubin dapat disusun menjadi persegi panjang, kita lanjutkan ke Tahap 3 (Pemeriksaan). Ubah ukuran ubin, lalu rapatkan dengan menggunakan bantuan blok jika dibutuhkan.



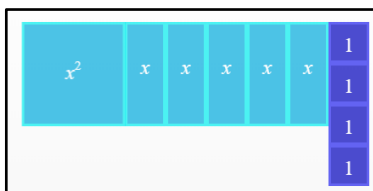
Gambar 5



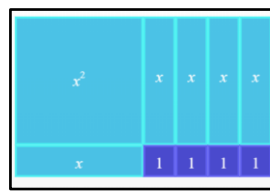
Gambar 6



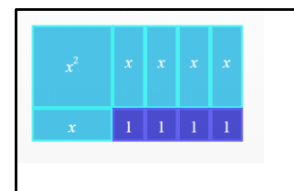
Gambar 7



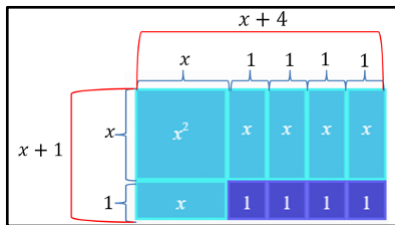
Gambar 8



Gambar 9



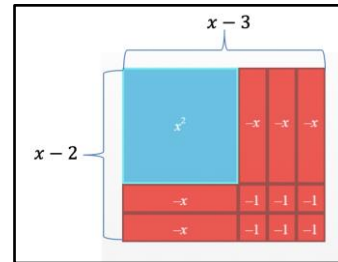
Gambar 10



Gambar 11



Gambar 12



Gambar 13

Perhatikan hasil pada Gambar 10. Terlihat bahwa ubin dapat dirapatkan menjadi persegi panjang yang sempurna. Dengan demikian, susunan ubin pada gambar di atas sudah tepat. Untuk Tahap 4 (Perhitungan), hitung berapa satuan panjang dan lebar dari persegi panjang yang telah disusun (lihat Gambar 11). Dengan demikian, hasil pemfaktoran dari soal adalah $(x + 1)(x + 4)$. Perhatikan bahwa Gambar 11 hanya merupakan salah satu kemungkinan susunan. Kemungkinan yang lain bisa dilihat pada gambar 12 yang dengan cara perhitungan yang sama akan memberikan hasil pemfaktoran yang setara. Meskipun demikian, susunan yang lazim digunakan adalah persegi besar berada di pojok kiri atas, sementara strip berada di pojok kanan atas dan pojok kiri bawah, yang mana mengikuti penulisan polinomial yang dimulai dari variabel dengan pangkat tertinggi (Leitze & Kitt, 2000).

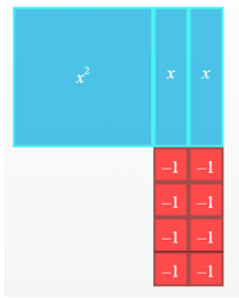
Contoh 2: Faktorkan bentuk kuadrat $x^2 - 5x - 6$.

Karena koefisien dari x dan konstanta negatif, maka strip dan persegi satuan perlu diubah menjadi negatif dengan meng-klik kiri satu kali pada ubin. Gambar 13 adalah salah satu hasil yang dapat diperoleh setelah penyusunan dan pemeriksaan. Dengan demikian, hasil pemfaktoran dari soal adalah:

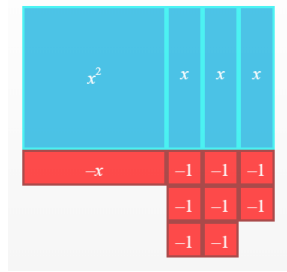
$$x^2 - 5x - 6 = (x - 2)(x - 3).$$

Contoh 3: Faktorkan bentuk kuadrat $x^2 + 2x - 8$

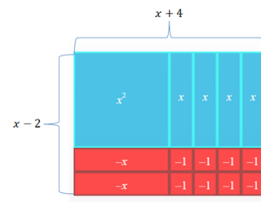
Setelah mencoba berbagai macam kemungkinan susunan dan melakukan pemeriksaan, ternyata 1 persegi besar, 2 strip, dan 8 persegi kecil yang disediakan untuk bentuk kuadrat tersebut tidak cukup untuk membentuk persegi panjang yang sempurna (lihat Gambar 14). Dengan demikian, dapat ditambahkan 1 Pasangan Nol, yang dalam kasus ini berupa satu strip positif dan satu strip negatif. Perlu diingat bahwa strip positif dan negatif tidak boleh diatur sejajar. Penyusunan setelah penambahan bisa dilihat pada Gambar 15. Karena ubin yang telah tersedia belum dapat disusun menjadi persegi panjang yang sempurna, maka 1 Pasangan Nol dapat ditambahkan kembali seperti pada gambar 16. Karena ubin telah cukup untuk membentuk sebuah persegi panjang yang sempurna, banyaknya tambahan Pasangan Nol telah sesuai. Dengan demikian, hasil pemfaktoran dari soal adalah: $x^2 + 2x - 8 = (x - 2)(x + 4)$.



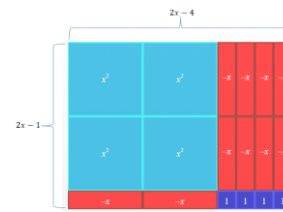
Gambar 14



Gambar 15



Gambar 16



Gambar 17

Contoh 4: Faktorkan bentuk kuadrat $4x^2 - 10x + 4$.

Dengan menggunakan tahapan yang telah dibahas, Gambar 17 adalah salah satu susunan yang mungkin dibentuk. Dengan demikian, hasil pemfaktoran dari soal adalah: $4x^2 - 10x + 4 = (2x - 1)(2x - 4)$.

Studi Kasus Persepsi Siswa

Dalam upaya untuk memahami sejauh mana siswa memanfaatkan Ubin Aljabar untuk memfaktorkan bentuk kuadrat, sebanyak 14 siswa Kelas X SMA Golden Gate School Makassar diperkenalkan tentang konsep Faktorisasi dengan tiga cara secara berurutan yaitu: 1. Formal tanpa menggunakan alat peraga; 2. Ubin Aljabar tradisional yang terbuat dari potongan kertas; 3. CPM Tiles.

Sebagian siswa beranggapan bahwa cara formal cenderung lebih mudah dan cepat karena mereka hanya perlu mengecek beberapa angka tanpa menghabiskan banyak waktu untuk mempersiapkan dan menggunakan alat. Selain itu, perhitungan manual juga punya kelebihan karena dapat digunakan untuk memperkirakan dan mengecek jawaban dalam representasi aljabar. Bagi siswa lain, Ubin Aljabar tradisional lebih menarik karena konkret, melibatkan banyak aktivitas fisik seperti menggunting dan menyusun kertas, serta tidak membutuhkan banyak kalkulasi. Siswa juga dapat bekerja secara kelompok dan mendesain Ubin Aljabar tradisional sesuai dengan estetika yang mereka sukai yang mana penting dalam menumbuhkan interaksi sosial positif dan membangun kemampuan komunikasi matematika. Lebih lanjut menurut beberapa siswa yang menggunakan CPM Tiles, kelebihan dari penggunaan CPM Tiles, penyusunan ubin bisa lebih rapi dan jumlah ubin tidak terbatas yang mana kurang bisa didapatkan dalam ubin tradisional. Meskipun demikian, kekurangan dari ubin aljabar virtual bagi beberapa siswa adalah mereka merasa kurang nyaman untuk menyusun ubin di komputer, bukan hanya karena sulit disusun secara berkelompok, tetapi juga kesalahan klik bisa mengubah bentuk ubin. Pada akhirnya, metode pemfaktoran secara langsung, dengan menggunakan Ubin Aljabar manual, dan dengan Aplikasi Ubin Aljabar virtual memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing.

Simpulan dan Saran

Aplikasi Ubin Aljabar virtual adalah salah satu pilihan alat peraga yang potensial untuk digunakan jika guru ingin memperkenalkan sebuah metode untuk membuat pelajaran terlihat lebih konkret melalui representasi geometri, dengan mempertimbangkan kondisi sistem pembelajaran jarak jauh dan efektivitas alat dan bahan. Meskipun memiliki berbagai keunggulan, kita juga perlu memahami keterbatasan dari penggunaannya. Ubin Aljabar seperti yang dijelaskan dalam artikel ini hanya bisa digunakan untuk memfaktorkan bentuk kuadrat dengan kriteria tertentu, yaitu yang dapat dinyatakan dalam bentuk $ax^2 + bx + c = (kx + m)(lx + n)$ untuk suatu $a, b, c, k, l, m, n \in \mathbb{Z}$, dengan $a \neq 0$. Hal ini bukan hanya penting untuk guru agar dapat memilih bentuk kuadrat yang tepat untuk tugas yang menggunakan Ubin Aljabar, namun juga untuk ide tugas eksplorasi siswa. Misalnya, siswa diminta untuk mencari kriteria bentuk kuadrat yang dapat difaktorkan menggunakan Ubin Aljabar. Lebih lanjut, dengan mengetahui keterbatasan ini, guru dapat mengajak siswa untuk mempelajari teknik lain untuk memfaktorkan bentuk-bentuk kuadrat yang lebih kompleks.

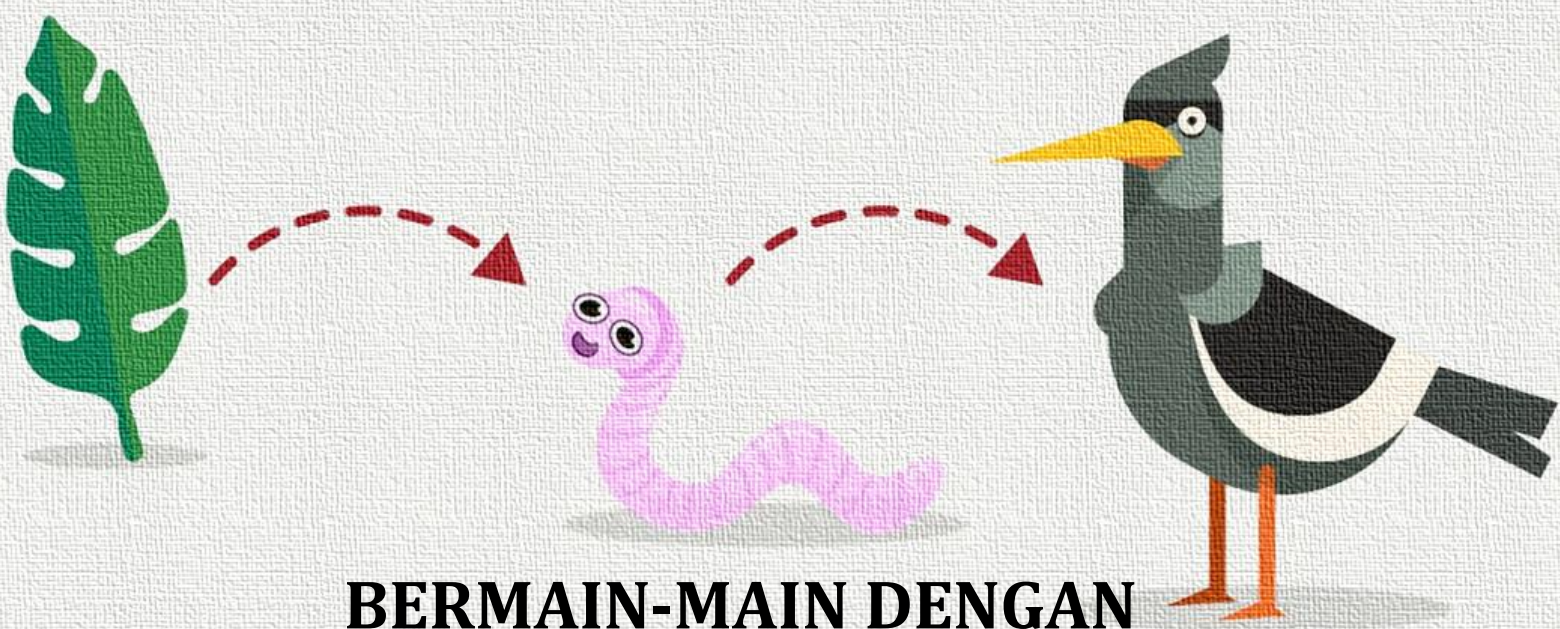
Selain itu, penting juga untuk memperhatikan waktu yang tepat untuk menggunakan Ubin Aljabar dalam pembelajaran matematika. Hal ini tampak dalam studi kasus kami. Sebelum diperkenalkan dengan Ubin Aljabar, siswa sudah mampu menggunakan metode faktorisasi formal. Hal ini membuat Ubin Aljabar berfungsi untuk memperkenalkan representasi geometris dari faktorisasi sekaligus menjadi salah satu cara untuk mengkonfirmasi hasil pemfaktoran mereka. Jika urutan pembelajarannya diubah, maka Ubin Aljabar menjadi stimulus bagi siswa untuk menguasai pemahaman konseptual dibalik pemfaktoran. Setelah menggunakan Ubin Aljabar untuk melakukan faktorisasi secara riil, siswa pada akhirnya diharapkan untuk menemukan metode pemfaktoran formal. Urutan seperti ini sama seperti yang disarankan di dalam beberapa kurikulum, misalnya *Global Assessment Certificate, ACT* (ACT Education Solutions, 2017).

Daftar Pustaka

- ACT Education Solutions (2017). *Facilitator Manual GAC004: Mathematics 1 (Fundamentals)*. ACT Education Solutions.
- Durmus, S., & Karakirik, E. (2006). Virtual Manipulatives in Mathematics Education: A Theoretical Framework. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 5(1), 117-123.
- Garzón, J., & Bautista, J. (2018). Virtual Algebra Tiles: A pedagogical tool to teach and learn algebra through geometry. *Journal of computer assisted learning*, 34(6), 876-883.
- Leitze, A. R., & Kitt, N. A. (2000). Using homemade algebra tiles to develop algebra and prealgebra concepts. *The Mathematics Teacher*, 93(6), 462.
- Moyer, P. S., Bolyard, J. J., & Spikell, M. A. (2002). What are virtual manipulatives?. *Teaching children mathematics*, 8(6), 372-377.

*) Muhammad Taqiyuddin
MTs Darul Ulum, Jepara, Jawa Tengah, Indonesia

*) Ulfa Aulyah Idrus
Golden Gate School, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia



BERMAIN-MAIN DENGAN MODEL *PREDATOR-PREY SYSTEM*

*) Wiworo

A. TUJUAN BELAJAR MATEMATIKA

Matematika tidak hanya sekedar mata pelajaran yang berhubungan dengan kegiatan hitung-menghitung dan menggunakan berbagai rumus. Akan tetapi lebih dari itu. Matematika sangat menekankan kepada keterampilan berpikir.

Permendikbud Nomor 58, 59, dan 60 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Jenjang SMP/MTs, SMA/MA, dan SMK/MAK Bagian Lampiran III tentang Pedoman Mata Pelajaran Matematika menyebutkan bahwa mata pelajaran matematika dipelajari siswa dengan tujuan supaya siswa dapat:

1. Memahami konsep matematika, merupakan kompetensi dalam menjelaskan keterkaitan antar konsep dan menggunakan konsep maupun algoritma secara luwes, akurat, efisien, dan tepat dalam pemecahan masalah.
2. *Menggunakan pola sebagai dugaan dalam penyelesaian masalah dan mampu membuat generalisasi berdasarkan fenomena atau data yang ada.*
3. *Menggunakan penalaran pada sifat, melakukan manipulasi matematika, baik dalam penyederhanaan maupun menganalisis komponen yang ada dalam pemecahan masalah dalam konteks matematika maupun di luar matematika (kehidupan nyata, ilmu, dan teknologi) yang meliputi kemampuan memahami masalah, membangun model matematika, menyelesaikan model, dan menafsirkan solusi yang diperoleh, termasuk dalam rangka memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari (dunia nyata).*
4. *Mengomunikasikan gagasan, penalaran, serta mampu menyusun bukti matematika dengan menggunakan kalimat lengkap, simbol, tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas keadaan atau masalah.*
5. *Memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, yaitu memiliki rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari matematika, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah.*
6. Memiliki sikap dan perilaku yang sesuai dengan nilai-nilai dalam matematika dan pembelajarannya, seperti taat azas, konsisten, menjunjung tinggi kesepakatan, toleran, menghargai pendapat orang lain,

santun, demokrasi, ulet, tangguh, kreatif, menghargai kesemestaan (konteks, lingkungan), kerjasama, adil, jujur, teliti, cermat, bersikap luwes dan terbuka, memiliki kemauan berbagi rasa dengan orang lain.

7. Melakukan kegiatan-kegiatan motorik yang menggunakan pengetahuan matematika.
8. Menggunakan alat peraga sederhana maupun hasil teknologi untuk melakukan kegiatan-kegiatan matematika.

Pada aktivitas ini akan ditekankan pada tujuan belajar matematika poin (2), (3), (4), dan (5), atau bagian yang dicetak tebal dan miring.

Adapun *The National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) melalui *Principles and Standards for School Mathematics* (NCTM, 2000) menyatakan terdapat lima standar dalam proses belajar matematika, yaitu:

1. *Problem Solving Standard.*
2. *Reasoning and Proof Standard.*
3. *Communication Standard.*
4. *Connection Standard.*
5. *Representation Standard.*

Terkait *Problem Solving Standard*, NCTM menyatakan bahwa:

“Instructional programs from prekindergarten through grade 12 should enable all students to:

- *Build new mathematical knowledge through problem solving.*
- *Solve problem that arise in mathematics and in other contexts.*
- *Apply and adapt a variety of appropriate strategies to solve problems.*
- *Monitor and reflect on the process of mathematical problem solving.”*

Memecahkan masalah selain menjadi tujuan belajar matematika juga menjadi sarana untuk belajar matematika. Melalui belajar memecahkan masalah dalam matematika, siswa diharapkan memperoleh cara untuk berpikir, kebiasaan untuk tekun, mempunyai rasa ingin tahu, dan percaya diri ketika menghadapi situasi yang tidak lazim di dalam kehidupan sehari-hari. Belajar memecahkan masalah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam proses pembelajaran matematika.

Terkait *Reasoning and Proof Standard*, NCTM menyatakan bahwa:

“Instructional programs from prekindergarten through grade 12 should enable all students to:

- *Recognize reasoning and proof as fundamental aspects of mathematics.*
- *Make and investigate mathematical conjectures.*
- *Develop and evaluate mathematical arguments and proofs.*
- *Select and use various types of reasoning and methods of proof.”*

Mempunyai kemampuan untuk bernalar merupakan hal penting untuk dapat memahami matematika. Melalui pengembangan ide, mengeksplorasi fenomena, menjustikasi hasil, dan menggunakan konjektur matematis pada semua ruang lingkup materi pada setiap jenjang kelas dan sekolah, siswa diharapkan dapat mengetahui bahwa matematika adalah masuk akal. Penalaran (dan juga pembuktian) tidak dapat hanya sekedar dibelajarkan khusus pada materi tertentu saja, misalnya dengan melakukan pembuktian

pada geometri. Akan tetapi penalaran (dan pembuktian) harus menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari pengalaman belajar matematika siswa sejak dari jenjang PAUD sampai dengan kelas 12. Bernalar matematis merupakan kebiasaan berpikir dan harus dikembangkan secara konsisten dalam berbagai konteks.

Terkait *Communication Standard*, NCTM menyatakan bahwa:

“Instructional programs from prekindergarten through grade 12 should enable all students to:

- *Organize and consolidate their mathematical thinking through communication.*
- *Communicate their mathematical thinking coherently and clearly to peers, teachers, and others.*
- *Analyze and evaluate the mathematical thinking and strategies of others.*
- *Use the language of mathematics to express mathematical ideas precisely.”*

Komunikasi menjadi bagian penting dalam matematika dan pendidikan matematika karena merupakan cara untuk berbagi dan menyampaikan ide serta mengklarifikasi pemahaman. Apabila siswa diminta untuk berpikir dan bernalar secara matematis kemudian mengomunikasikan hasil berpikirnya secara lisan maupun tulisan ke orang lain, mereka belajar untuk menjelaskan dan meyakinkan orang lain. Adapun dengan mendengarkan penjelasan dari orang lain akan memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan sendiri pemahaman mereka. Siswa yang mempunyai kesempatan, dorongan, dan dukungan untuk berbicara, menulis, membaca, dan mendengarkan dalam proses pembelajaran matematika di kelas akan memperoleh manfaat ganda, mereka berkomunikasi untuk belajar matematika dan mereka belajar untuk berkomunikasi matematis.

Terkait *Connection Standard*, NCTM menyatakan bahwa:

“Instructional programs from prekindergarten through grade 12 should enable all students to:

- *Recognize and use connections among mathematical ideas.*
- *Understand how mathematical ideas interconnect and build on one another to produce a coherent whole.*
- *Recognize and apply mathematics in contexts outside of mathematics.”*

Apabila siswa dapat mengaitkan berbagai ide matematis, pemahaman mereka akan lebih mendalam dan bertahan lama. Mereka dapat melihat kaitan antara berbagai topik matematis dan keterkaitan matematika dengan bidang ilmu lain sesuai dengan minat dan pengalaman siswa. Melalui petunjuk pembelajaran yang menekankan pada hubungan antara berbagai ide matematis, siswa tidak hanya belajar matematika, akan tetapi mereka juga belajar kegunaan matematika.

Terkait *Representation Standard*, NCTM menyatakan bahwa:

“Instructional programs from prekindergarten through grade 12 should enable all students to:

- *Create and use representations to organize, record, and communicate mathematical ideas.*
- *Select, apply, and translate among mathematical representations to solve problems.*
- *Use representations to model and interpret physical, social, and mathematical phenomena.”*

Representasi merupakan hal penting dalam mendukung pemahaman siswa tentang konsep dan hubungan matematis; dalam mengomunikasikan pendekatan matematis, argument, dan pemahaman ke pihak lain; dalam mengenali keterkaitan diantara konsep-konsep matematis; dan dalam menerapkan matematika ke dalam situasi masalah realistik sehari-hari melalui pemodelan. Model matematis adalah representasi matematis dari berbagai unsur dan hubungan dari fenomena kompleks dalam versi ideal. Model

matematis dapat digunakan untuk memperjelas dan menafsirkan fenomena serta untuk memecahkan masalah.

B. AKTIVITAS BERMAIN-MAIN DENGAN *MODEL PREDATOR-PREY SYSTEM*

Aktivitas *Bermain-main dengan Model Predator-Prey System* ini akan memperlihatkan model *predator-prey system* yang seharusnya dibuat menggunakan sistem persamaan diferensial ternyata dapat dimodifikasi dan disederhanakan menjadi hanya menggunakan barisan bilangan Fibonacci. Dengan demikian aktivitas ini dapat dilakukan oleh siswa jenjang SD dan SMP.

Pada model ini banyaknya kelinci mengikuti barisan Fibonacci. Kelinci dimangsa oleh rubah. Model ini adalah contoh suatu ekosistem nyata ketika matematika mempunyai peran penting dalam memodelkan keseimbangan ekosistem.

Hal-hal penting dari model *predator-prey system* tersebut adalah kita dapat mengembangkan wawasan dan persepsi tentang lingkungan hidup dan peranan matematika di dalamnya. Dengan menganalisis model tersebut, kita dapat mengonstruksi penjelasan matematis dan pada akhirnya dapat mendesain solusi terkait keseimbangan ekosistem. Model ini memberikan kesempatan kita untuk memvisualisasikan dan mengaplikasikan konsep-konsep matematis pada populasi dalam ekosistem, khususnya penekanan pada kelangsungan hidup spesies.

C. LEMBAR AKTIVITAS SISWA

Tujuan permainan:











Menjaga keseimbangan ekosistem pada suatu hutan kecil.

Aturan permainan:

1. Pada suatu hutan kecil terdapat banyak spesies hewan dan tumbuhan.
2. Dua spesies diantaranya adalah rubah dan kelinci.
3. Rubah sebagai pemangsa (*predator*) dan kelinci sebagai mangsa (*prey*).
4. Pemangsa memakan mangsa secara tetap (konstan).
5. Penjaga hutan memasukkan kelinci dalam pola tertentu.
6. Setelah hari kedua banyak kelinci pada pagi hari adalah jumlah dari kelinci yang hidup pada dua malam sebelumnya.

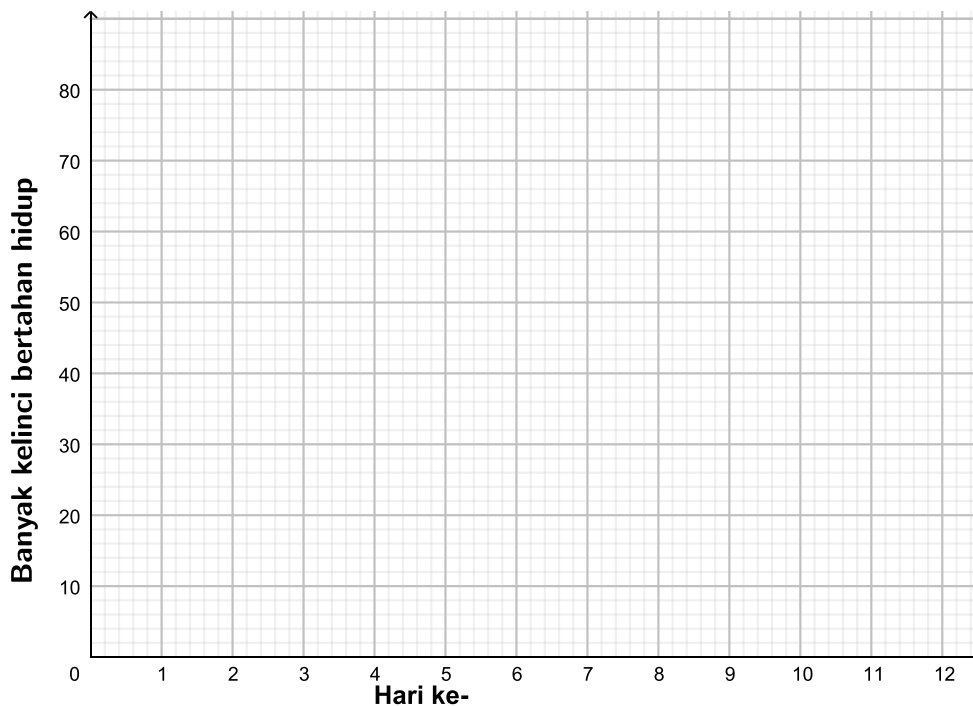
Cerita 1:

1. Pada hari pertama pagi penjaga hutan memasukkan seekor kelinci.
2. Pada hari kedua pagi penjaga hutan memasukkan seekor kelinci baru.
3. Pada hari kedua malam terdapat total dua ekor kelinci.
4. Pada hari ketiga mulai muncul seekor rubah berburu mangsa.
5. Rubah memakan dua ekor kelinci setiap hari.
6. Perhatikan tabel 1 di bawah ini:

Rubah									
Hari ke-	Senin Hari 1	Selasa Hari 2	Rabu Hari 3	Kamis Hari 4	Jumat Hari 5	Sabtu Hari 6	Minggu Hari 7	Senin Hari 8	Selasa Hari 9
Banyak kelinci pagi hari 	1	2	3	3					
Banyak kelinci dimangsa rubah 	0	0	2	2					
Banyak kelinci malam hari 	1	2	1						

Tabel 1.

- Perhatikan tabel 1 pada hari ketiga.
 - Banyak kelinci pada pagi hari ketiga diperoleh dari banyak kelinci pada malam hari pertama ditambah banyak kelinci pada malam hari kedua ($3 = 1 + 2$).
 - Banyak kelinci pada malam hari ketiga diperoleh dari banyak kelinci pada pagi hari ketiga dikurangi banyak kelinci yang dimakan rubah pada hari itu ($1 = 3 - 2$).
 - Lengkapilah tabel 1 tersebut.
7. Selanjutnya isilah grafik di bawah ini berdasarkan data tabel 1:












- Ceritakan apa yang akan terjadi dengan populasi kelinci setelah hari ke-9.
- Ceritakan apa yang akan terjadi dengan populasi rubah setelah hari ke-9.

10. Bagaimana pendapatmu tentang ekosistem hutan kecil tersebut pada cerita 1 ini?

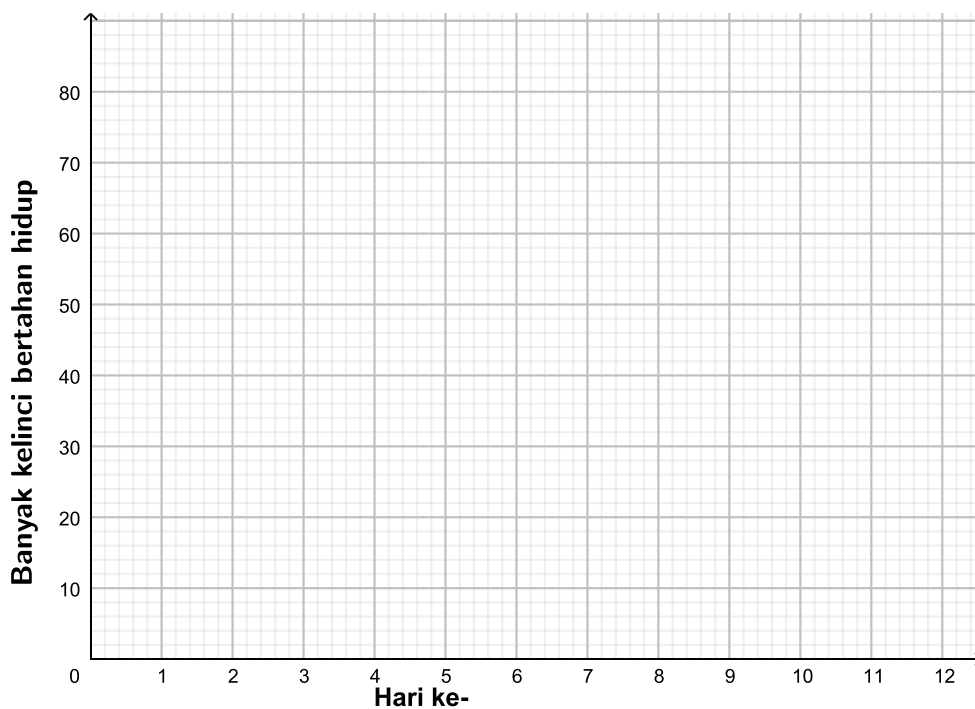
Cerita 2:

1. Pada hari pertama pagi penjaga hutan memasukkan seekor kelinci.
2. Pada hari kedua pagi penjaga hutan memasukkan seekor kelinci baru.
3. Pada hari kedua malam terdapat total dua ekor kelinci.
4. Pada hari keempat mulai muncul seekor rubah berburu mangsa.
5. Rubah memakan dua ekor kelinci setiap hari.
6. Lengkapilah tabel 2 di bawah ini.

Rubah									
Hari ke-	Senin Hari 1	Selasa Hari 2	Rabu Hari 3	Kamis Hari 4	Jumat Hari 5	Sabtu Hari 6	Minggu Hari 7	Senin Hari 8	Selasa Hari 9
Banyak kelinci pagi hari 	1	2	3						
Banyak kelinci dimangsa rubah 	0	0	0	2					
Banyak kelinci malam hari 	1	2	3						

Tabel 2









7. Selanjutnya isilah grafik di bawah ini berdasarkan data tabel 2:



8. Ceritakan apa yang akan terjadi dengan populasi kelinci setelah hari ke-9.
9. Ceritakan apa yang akan terjadi dengan populasi rubah setelah hari ke-9.
10. Bagaimana pendapatmu tentang ekosistem hutan kecil tersebut pada cerita 2 ini?

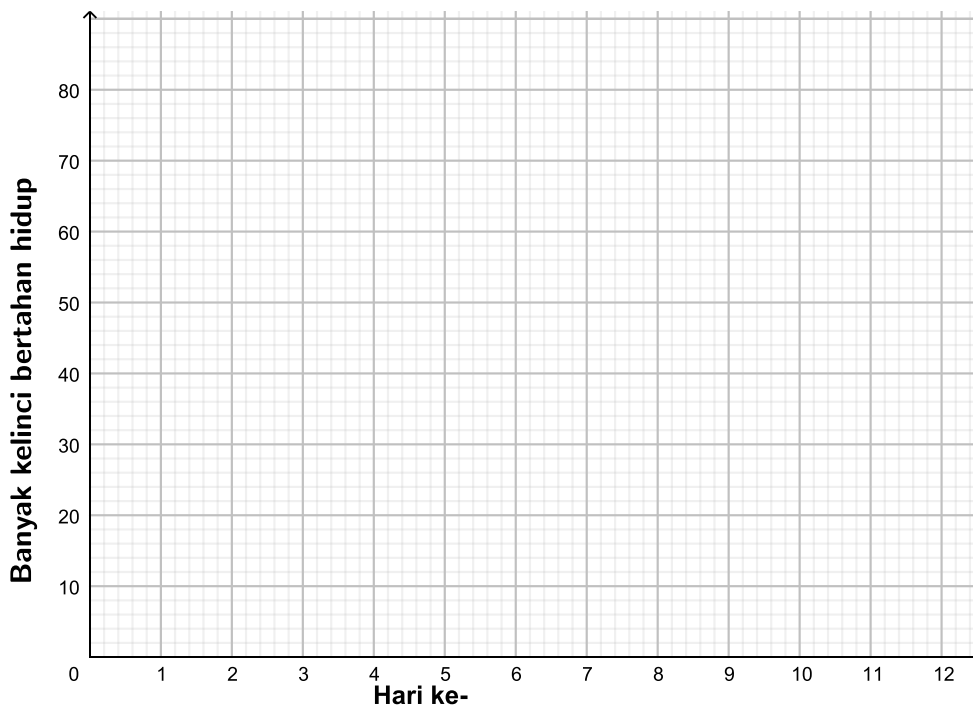
Cerita 3:

1. Pada hari pertama pagi penjaga hutan memasukkan seekor kelinci.
2. Pada hari kedua pagi penjaga hutan memasukkan seekor kelinci baru.
3. Pada hari kedua malam terdapat total dua ekor kelinci.
4. Pada hari kelima mulai muncul dua ekor rubah berburu mangsa.
5. Masing-masing rubah memakan dua ekor kelinci setiap hari.
6. Lengkapilah tabel 3 di bawah ini.

Rubah									
Hari ke-	Senin Hari 1	Selasa Hari 2	Rabu Hari 3	Kamis Hari 4	Jumat Hari 5	Sabtu Hari 6	Minggu Hari 7	Senin Hari 8	Selasa Hari 9
Banyak kelinci pagi hari 	1	2	3	5					
Banyak kelinci dimangsa rubah 	0	0	0	0	4				
Banyak kelinci malam hari 	1	2	3	5					

Tabel 3

Selanjutnya isilah grafik di bawah ini berdasarkan data tabel 3:



7. Ceritakan apa yang akan terjadi dengan populasi kelinci setelah hari ke-9.
8. Ceritakan apa yang akan terjadi dengan populasi rubah setelah hari ke-9.
9. Bagaimana pendapatmu tentang ekosistem hutan kecil tersebut pada cerita 3 ini?

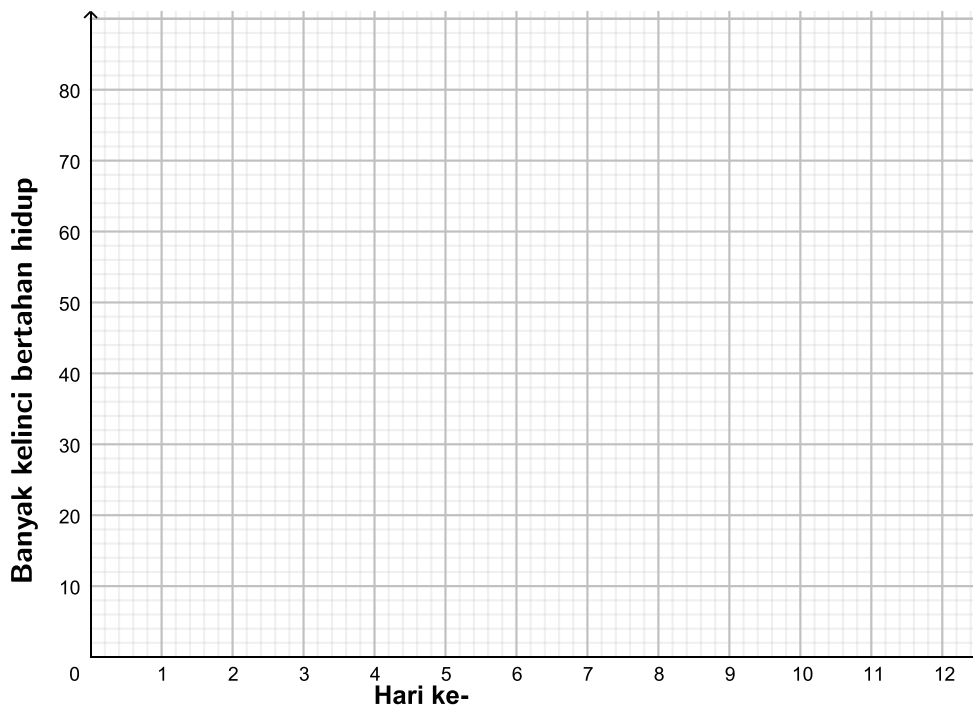
Cerita 4:

1. Buatlah modelmu sendiri untuk populasi rubah dan kelinci pada hutan kecil tersebut.
2. Isilah tabel 4 di bawah ini:

Rubah									
Hari ke-	Senin Hari 1	Selasa Hari 2	Rabu Hari 3	Kamis Hari 4	Jumat Hari 5	Sabtu Hari 6	Minggu Hari 7	Senin Hari 8	Selasa Hari 9
Banyak kelinci pagi hari 									
Banyak kelinci dimangsa rubah 									
Banyak kelinci malam hari 									

Tabel 4

3. Selanjutnya isilah grafik di bawah ini berdasarkan data tabel 4:



4. Ceritakan apa yang akan terjadi dengan populasi kelinci setelah hari ke-9.
5. Ceritakan apa yang akan terjadi dengan populasi rubah setelah hari ke-9.

6. Bagaimana pendapatmu tentang ekosistem hutan kecil pada model yang kamu buat dalam cerita 4 ini?

D. SKENARIO PEMBELAJARAN UNTUK GURU

1. Guru mencetak Lembar Aktivitas Siswa sebanyak siswa di kelas.
2. Siswa dibuat dalam beberapa kelompok. Setiap kelompok terdiri dari 2 – 4 orang.
3. Guru membagikan Lembar Aktivitas Siswa kepada setiap siswa.
4. Siswa mulai beraktivitas dengan membaca aturan permainan dan mengerjakan cerita 1.
5. Selama siswa beraktivitas dalam kelompok, guru berkeliling mengunjungi masing-masing kelompok. Terjadi dialog antara siswa dan guru terkait aktivitas.
6. Analog langkah yang sama untuk cerita 2 dan 3.
7. Untuk cerita 4 guru dapat menekankan kepada setiap kelompok untuk dapat membuat model masing-masing secara kreatif sesuai dengan aturan permainan.
8. Setiap model pada cerita 4 dibandingkan untuk memilih model yang paling ideal untuk kelangsungan keseimbangan ekosistem hutan kecil tersebut.
9. Beberapa pertanyaan penuntun dari guru untuk konfirmasi dan penguatan keempat cerita di atas misalnya:
 - a. Pada cerita 1, apakah yang akan terjadi pada akhir hari kedelapan? Apakah ada kelinci yang bertahan hidup?
 - b. Pada cerita 1, apakah yang akan terjadi jika kita mengawali dengan tambahan seekor kelinci pada hari pertama? Bagaimana representasi datanya pada diagram batang dan bagaimana perbedaan dengan kondisi sebelumnya? Mengapa terdapat perbedaan yang sangat besar?
 - c. Pada cerita 2 apa akibatnya apabila populasi kelinci bertambah tak terkendali? Mengapa?
 - d. Bandingkan situasi pada cerita 2 dan 3. Situasi mana yang lebih baik untuk keseimbangan ekosistem? Mengapa?
 - e. Apakah akan terdapat perbedaan apabila kita memasukkan tambahan pemangsa jika kita ingin membasmi kelinci? Mengapa?
 - f. Apakah yang akan terjadi jika kelinci musnah? Apakah yang akan terjadi jika rubah-rubah tersebut hanya dapat memakan seekor kelinci?
 - g. Kadang-kadang seekor pemangsa dapat menjadi mangsa dari pemangsa yang lebih kuat (misalnya manusia pemburu). Misalnya seorang pemburu berburu seekor rubah setiap hari dan model

dimulai dengan sepuluh rubah. Dapatkah kita pikirkan model berbeda untuk menentukan banyaknya kelinci dan rubah yang bertahan hidup tiap harinya dalam kondisi ini?

- h. Apakah dimungkinkan untuk menjaga banyaknya kelinci yang bertahan hidup dalam interval tertentu dengan kadang-kadang membunuh beberapa rubah? Mengapa hal ini menjadi penting?

E. SIMPULAN HASIL AKTIVITAS

Hasil paling penting yang diharapkan muncul dari aktivitas ini adalah siswa mengetahui bahwa matematika bukan hanya sekedar berhitung dan kumpulan rumus, akan tetapi matematika adalah tentang keterampilan berpikir.

Pengalaman belajar yang diharapkan diperoleh siswa:

1. Memahami masalah (*mengerti aturan permainan*).
2. Berlatih bernalar (*mencermati pola-pola yang muncul pada populasi kelinci dan rubah pada cerita 1 – 3*).
3. Membuat konjektur sederhana (*membuat kesimpulan sederhana dari pola populasi kelinci dan rubah pada cerita 1 – 3*).
4. Membuat model sederhana (*membuat model sendiri untuk banyak kelinci dan rubah pada cerita 4*).
5. Mengetahui penerapan dan keterkaitan matematika dalam berbagai bidang kehidupan (*mengetahui akibat dari model yang dibuat terhadap kelangsungan keseimbangan ekosistem*).
6. Melakukan komunikasi matematis (*menceritakan populasi rubah dan kelinci setelah hari ke-9 dan pendapat tentang ekosistem hutan kecil kepada teman dan guru*).

F. DASAR TEORI

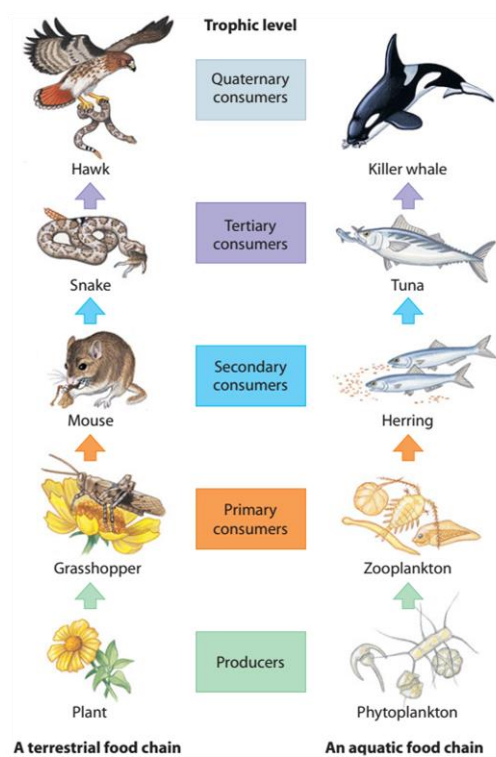
1) PREDATOR-PREY SYSTEM

Istilah ekosistem pertama kali dimunculkan oleh A.G. Tansley pada 1935 untuk merujuk pada semua komponen dari sebuah sistem ekologi, baik biotik maupun abiotik. Ekosistem terbentuk dari jumlah semua organisme yang hidup pada suatu wilayah tertentu dan interaksi mereka dengan faktor-faktor abiotik. Suatu ekosistem dapat mencakup wilayah yang luas, seperti danau, hutan, atau pulau, juga dapat mencakup daerah yang sempit, seperti ruang di bawah pohon yang tumbang.



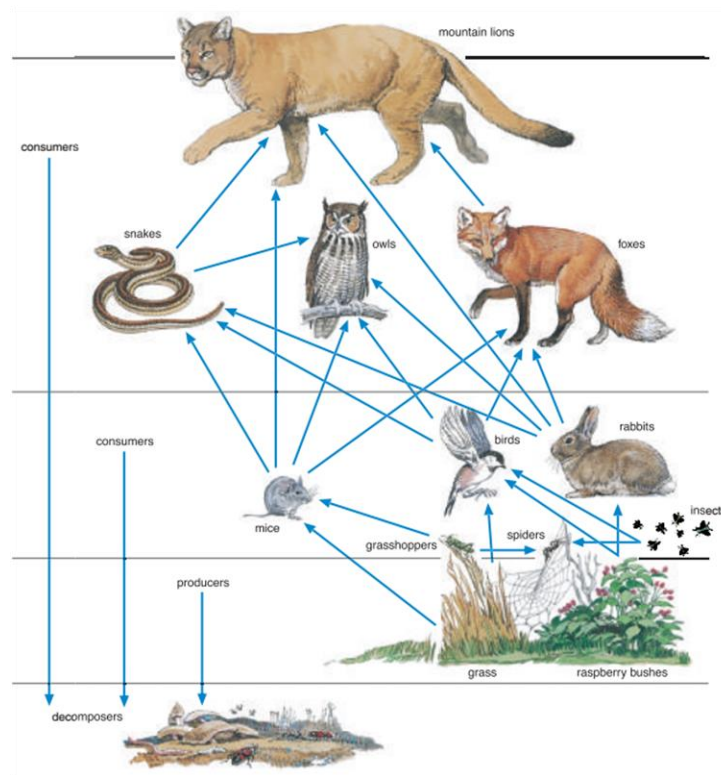
Gambar 1. Contoh ekosistem (Reece, 2014)

Pada suatu ekosistem, aliran energi terjadi pada rantai makanan (*food chain*) ketika energi dari makanan melewati satu organisme ke organisme berikutnya dalam satu rangkaian.



Gambar 2. Rantai makanan (*food chain*) [Reece, 2012]

Model yang lebih realistis dari aliran energi sepanjang ekosistem adalah jaring-jaring makanan (*food web*) yang merupakan kumpulan beberapa rantai makanan yang saling terhubung.



Gambar 3. Jaring-jaring makanan (*food web*) [Greenberg. 2006]

Suatu pemangsa (*predator*) adalah organisme yang memakan organisme yang lain. Suatu mangsa (*prey*) adalah organisme yang dimakan pemangsa. Dalam ekologi, proses predasi adalah interaksi biologis ketika pemangsa memakan mangsanya. Predasi terjadi dalam berbagai macam situasi, misalnya singa berburu zebra, rubah berburu kelinci, sapi memakan rumput, dan interaksi antara parasit dan inangnya.

Jika pemangsa dapat bertahan hidup selama beberapa generasi, hal ini disebabkan mereka dapat memakan mangsa dalam jumlah yang cukup. Jika tidak maka populasi pemangsa tersebut akan menurun sepanjang waktu tertentu dan pada akhirnya akan punah. Pada sisi lain apabila pemangsa terlalu banyak memakan mangsanya, maka populasi mangsa juga akan menurun sepanjang waktu tertentu dan pada akhirnya juga akan punah. Sebagai akibatnya, pemangsa juga akan mati karena kelaparan. Pertanyaan yang muncul adalah bagaimana strategi terbaik dari pemangsa untuk menjamin kelangsungan hidupnya. Pertanyaan ini menjadi sangat penting bagi ahli ekologi yang menaruh perhatian terhadap masalah keanekaragaman hayati (*biodiversity*). Selain itu, ternyata pertanyaan tersebut juga menjadi hal penting bagi industri makanan, misalnya. Sebagai contoh, pada konteks penangkapan ikan dengan manusia sebagai pemangsa dan ikan sebagai mangsa, berapa jumlah ikan yang boleh ditangkap untuk menjaga kelangsungan hidupnya.

Alfred Lotka (1925) dan Vito Volterra (1926), secara terpisah, mengusulkan model sederhana dari dinamika populasi antara dua spesies yang berada pada lingkungan geografis kecil, misalnya pulau atau hutan. Misalkan x dan y berturut-turut menyatakan populasi mangsa dan pemangsa pada waktu t . Untuk mengonstruksi model interaksi antara dua spesies tersebut, kita menggunakan asumsi sebagai berikut:

1. Apabila tidak ada pemangsa, maka mangsa akan berkembang biak dengan laju yang proporsional terhadap populasi sekarang. Secara matematis dinyatakan dengan

$$\frac{dx}{dt} = ax$$

dengan $a > 0$, apabila $y = 0$.

2. Apabila tidak ada mangsa, maka pemangsa akan mati. Secara matematis dinyatakan dengan

$$\frac{dy}{dt} = -cy$$

dengan $c > 0$, apabila $x = 0$.

3. Setiap perjumpaan antara pemangsa dan mangsa cenderung akan menaikkan pertumbuhan pemangsa dan menghambat pertumbuhan mangsa. Banyak perjumpaan antara pemangsa dan mangsa proporsional terhadap hasil kali populasi mereka. Jadi laju pertumbuhan pemangsa dapat dinyatakan dalam bentuk γxy , sedangkan laju pertumbuhan mangsa dapat dinyatakan dalam bentuk $-\alpha xy$, dengan γ dan α adalah konstanta positif.

Sebagai akibat dari asumsi tersebut dapat dibentuk sistem persamaan diferensial sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= ax - \alpha xy \\ \frac{dy}{dt} &= -cy + \gamma xy\end{aligned}$$

Konstanta-konstanta a, c, α , dan γ semuanya bernilai positif dengan a dan c berturut-turut menyatakan laju pertumbuhan mangsa dan laju kematian pemangsa. Adapun α dan γ menyatakan ukuran pengaruh interaksi antara dua spesies. Pada situasi tertentu nilai a, c, α , dan γ harus ditentukan melalui observasi. Sistem persamaan diferensial di atas dinamakan Persamaan Lotka-Volterra. Meskipun berbentuk sistem yang sederhana, Persamaan Lotka-Volterra digunakan sebagai model awal untuk berbagai interaksi hubungan pemangsa dan mangsa.

Beberapa pakar biologi dan ekologi memperdebatkan model Lotka-Volterra yang kurang realistis karena tidak menggambarkan kondisi sebenarnya yang terjadi. Mereka kemudian mengusulkan model yang lebih realistis, diantaranya seperti di bawah ini.

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= ax + \alpha xy - rx^2 \\ \frac{dy}{dt} &= -cy + \gamma xy - sy^2\end{aligned}$$

Konstanta r dan s bernilai positif dan ditentukan berdasarkan eksperimen atau data historis. Pada model tersebut, suku rx^2 menyatakan derajat kompetisi internal dari mangsa untuk sumber daya yang terbatas (misalnya makanan dan ruang) sedangkan suku sy^2 menyatakan derajat kompetisi internal diantara pemangsa untuk ketersediaan mangsa yang terbatas.

Kompetisi antar spesies, perilaku mutualistis, dan interaksi pemangsa-mangsa merupakan dasar-dasar dari model ekologi yang lebih kompleks seperti rantai makanan dan jaring-jaring makanan.

2) BILANGAN FIBONACCI

Leonardo Fibonacci, sering dinamakan Leonardo Pisano, pada tahun 1202 menerbitkan karya besarnya yang berjudul *Liber Abaci* (*The Book of Abacus*). Buku tersebut diantaranya memuat masalah kelinci yang sangat terkenal.

Misalkan terdapat sepasang bayi kelinci, satu jantan dan satu betina. Kita diminta untuk menentukan banyaknya kelinci setelah satu tahun dengan syarat:

- Setiap pasang kelinci memerlukan waktu sebulan untuk tumbuh dewasa.
- Setiap pasang kelinci dewasa setiap bulan melahirkan sepasang bayi kelinci, satu jantan dan satu betina, dimulai pada dua bulan setelah mereka lahir.
- Diasumsikan tidak ada kelinci yang mati dalam waktu setahun.

Dibuat tabel seperti berikut ini

	Banyak pasangan bayi kelinci	Banyak pasangan kelinci dewasa	Total banyak pasangan kelinci
Mulai			
1 Januari	1	0	1
1 bulan kemudian			
1 Februari	0	1	1
2 bulan kemudian			
1 Maret	1	1	2
3 bulan kemudian			
1 April	1	2	3
4 bulan kemudian			
1 Mei	2	3	5
5 bulan kemudian			
1 Juni	3	5	8
6 bulan kemudian			
1 Juli	5	8	13
7 bulan kemudian			
1 Agustus	8	13	21
8 bulan kemudian			
1 September	13	21	34
9 bulan kemudian			
1 Oktober	21	34	55
10 bulan kemudian			
1 November	34	55	89
11 bulan kemudian			
1 Desember	55	89	144
12 bulan kemudian			
1 Januari	89	144	233

Tabel 5. Pola banyak pasangan kelinci

Bilangan-bilangan pada kolom *Total* dinamakan bilangan Fibonacci, sedangkan barisan 1, 1, 2, 3, 5, 8, ... dinamakan barisan Fibonacci oleh matematikawan Perancis Francois Edouard Anatole Lucas pada Mei 1876.

Barisan Fibonacci didefinisikan secara rekursif sebagai berikut:

Untuk $n \geq 3$, misal F_n menyatakan bilangan Fibonacci ke- n , diperoleh

1. $F_1 = F_2 = 1$ (kondisi awal)

2. $F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$ (rekurensi)

REFERENSI

Bowman, William D., Sally D. Hacker, dan Michael L. Cain. 2017. *Ecology*. Sunderland, MA: Sinauer Associates, Inc.

Boyce, William E., Richard C. Diprima, dan Douglas B. Meade. 2017. *Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.

Brannan, James R., William E. Boyce, dan Mark A. McKibben. 2015. *Differential Equations: An Introduction to Modern Methods and Applications*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.

Chou, Ching-Shan dan Avner Friedman. 2016. *Introduction to Mathematical Biology: Modeling, Analysis, and Simulations*. Switzerland: Springer International Publishing.

Garcia, Jorge, 2014. *A Fibonacci Simple Ecosystem: Prey and Predator*. Artikel dalam Jurnal *Teaching Children Mathematics* Volume 20 Nomor 6, Februari 2014. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics (NCTM).

Giordano, Frank R., William P. Fox, dan Steven B. Horton. 2014. *A First Course in Mathematical Modeling*. Boston, MA: Brooks/Cole Cengage Learning.

Greenberg, Jon. 2006. *BSCS Biology: A Molecular Approach*. Columbus, OH: Glencoe/McGraw-Hill.

Grimaldi, Ralph P. 2012. *Fibonacci and Catalan Numbers*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.

Hadeler, Karl Peter. 2017. *Topics in Mathematical Biology*. Switzerland: Springer International Publishing.

Koshy, Thomas. 2018. *Fibonacci and Lucas Numbers with Applications: Volume 1*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.

NCTM. 2000. *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics (NCTM).

Reece, Jane B., Martha R. Taylor, Eric J. Simon, dkk. 2012. *Campbell Biology: Concepts and Connections*. Glenview, IL: Pearson Education Inc.

Reece, Jane B., Lisa A. Urry, Michael L. Cain, dkk. 2014. *Campbell Biology*. Glenview, IL: Pearson Education Inc.

Ricardo, Henry J. 2009. *A Modern Introduction to Differential Equations*. Burlington, MA: Elsevier Academic Press.

Shonkwiler, Ronald W. dan James Herod. 2009. *Mathematical Biology: An Introduction with Maple and Matlab*. New York, NY: Springer Science+Business Media.

Solomon, Eldra P., Linda R. Berg, dan Diana W. Martin. 2008. *Biology*. Belmont, CA: Thomson Brooks/Cole.

*) Wiworo, S.Si., M.M.
Widyaiswara PPPPTK Matematika



HUT 40 PPPPTK Matematika

PPPPTK Matematika ulang tahun pada tanggal 13 November 2020

Memperingati hari jadi Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) Matematika ke-40 pada tanggal 13 November 2020, Upacara peringatan diadakan secara sederhana dilanjutkan dengan pelepasan balon. Acara tersebut dihadiri oleh pegawai PPPPTK Matematika.

Diskusi Kelompok Terpumpun

PPPPTK Matematika Siap Transformasi Diri

Rangkaian memperingati hari jadi Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) Matematika ke-40, PPPPTK Matematika mengadakan Diskusi Kelompok Terpumpun (FGD) dengan tema: "40 Tahun PPPPTK Matematika Berkarya, Menyongsong Balai Besar Guru Penggerak (BBGP)", Selasa (17/11/2020) di PPPPTK Matematika. Acara tersebut dihadiri oleh Direktur Guru dan Tenaga Kependidikan Pendidikan Dasar (GTK Dikdas), mantan Kepala PPPG Matematika dan Kepala PPPPTK Matematika, Perwakilan Dinas Pendidikan di Daerah Istimewa Yogyakarta, Perwakilan UPT Kemdikbud wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta, purnakarya PPPPTK Matematika, serta pegawai PPPPTK Matematika.

SeNdiMat VIII

Bahas Isu Pembelajaran Matematika di Era New Normal

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) Matematika sukses menggelar Seminar Nasional Pendidikan Matematika (SeNdiMat) VIII yang berlangsung tanggal 18 s.d. 19 November 2020. SeNdiMat VIII ini diikuti oleh 828 orang terdiri dari guru matematika, Kepala Sekolah, Pengawas Sekolah jenjang SD, SMP, SMA, dan SMK dari berbagai provinsi di Indonesia, serta widyaiswara dan Pengembang Teknologi Pembelajaran (PTP) dari PPPPTK Matematika dan SEAMEO QITEP in Mathematics.

Kegiatan SeNdiMat VIII menghadirkan keynote speaker, Direktur GTK Dikdas, Ditjen GTK, Dr. Rachmadi Widdiharto, M.A., Prof. Dr. C. Asri Budiningsih, M.Pd (Guru Besar Prodi Teknologi Pembelajaran, Pasca Sarjana UNY), dan Jakim Wiyoto, S.Si (Pengembang Teknologi Pembelajaran di PPPPTK Matematika). Sedangkan untuk pembicara pada sesi paralel menghadirkan pembicara sebanyak 12 orang terdiri dari unsur Guru Matematika, Kepala Sekolah, dan Widyaiswara dari PPPPTK Matematika.

