

Eksplorasi Etnomatematika pada Pembuatan Layangan Sendaren Berdasarkan Aspek Fundamental Bishop

Aloisius Fieri Dharma Putra *, Margareta Elvina Yulianingrum, Adhi Surya Nugraha
Universitas Sanata Dharma, D. I. Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding Author e-mail: fieridharma@gmail.com

Abstract

Layangan is one of the traditional games using kite media made from thin sheets of material that are flown into the air and controlled by ropes or threads. Competing with games that involve technology makes traditional kite games need to be preserved. The culture of traditional kite games is able to reflect the value of art, skills and valuable cultural heritage. The purpose of this study is to identify and analyze aspects of mathematical fundamental activities contained in traditional kite games, especially sendaren kites. The results of the identification and analysis are explored so that they can be used in learning mathematics at school. This article uses descriptive qualitative research methods. The data collection techniques used are literature study and observation of kite objects. The results of this study are aspects of fundamental mathematical activity according to Bishop and mathematical concepts for learning mathematics materials. In the sendaren kite, 6 aspects of fundamental activities can be analyzed by involving the mathematical concepts contained in the sendaren kite.

Keywords: traditional game, kite, sendaren kite, fundamental activity.

1. Pendahuluan

Aktivitas bermain menjadi hal yang sangat melekat pada dunia anak-anak di setiap jenjang umurnya. Permainan bukan hanya berfungsi sebagai aktivitas menghibur diri namun juga untuk perkembangan diri. Menurut Erfayliana (2016) melalui bermain anak mampu mengembangkan aspek fisik, sosial emosional dan kognitif. Perkembangan zaman mengakibatkan munculnya permainan yang beragam dengan melibatkan kemajuan teknologi. Hal ini mengakibatkan permainan tradisional enggan dimainkan kembali dan semakin dilupakan. Menurut Anggita (2019) permainan tradisional merupakan sarana bagi anak untuk memperoleh gerak yang berguna bagi pertumbuhan dan perkembangan fisik mereka.

Layangan merupakan salah satu permainan tradisional yang dimainkan di berbagai penjuru dunia. Sejarah menunjukkan bahwa layang-layang pertama kali ditemukan di Cina sekitar 2.500 tahun yang lalu. Dari Cina, permainan ini menyebar ke berbagai negara lain di dunia Mikkolainen, (2016) Sejarah layangan menjadikan permainan ini memiliki jenis dan bentuk yang sangat beragam. Layang-layang di Indonesia memiliki ciri khas yang beragam, dipengaruhi oleh tradisi dan budaya setempat Aryo Dwinto Putro & Syarip Hidayat, (2018). Almanfaluthi & Juniar (2020) menyatakan pada tahun 2002, ditemukan bukti baru yang memungkinkan dapat diklaim sebagai asal-usul layangan meskipun belum dapat dibuktikan secara ilmiah.

Temuan tersebut adalah ditemukannya sebuah lukisan prasejarah di salah satu gua di pulau Muna, Sulawesi Tenggara berupa gambar seseorang yang sedang menerbangkan layang-layang. Layang-layang yang terdapat dalam lukisan gua ini diyakini sebagai jenis layang-layang yang sama dengan layangan tradisional Muna yang telah diwariskan dari generasi ke generasi yang disebut sebagai layangan kaghati.

Matematika merupakan ilmu yang sangat penting. Menurut (A. I. Sulestry & M. R. Baharuddin, 2019) matematika menggunakan logika sebagai dasar untuk memecahkan masalah. Oleh karena itu, mempelajari matematika dapat membantu seseorang untuk berpikir secara logis dan sistematis. Matematika merupakan ilmu yang tidak lepas dari kehidupan, pernyataan tersebut diperkuat oleh pendapat Hardiarti & Sylviyani (2017) yang menyatakan bahwa budaya dan matematika saling berhubungan. Permainan layangan dapat digunakan sebagai konteks dalam pembelajaran matematika. Permainan tradisional ini dapat menjadi alat bantu dalam pembelajaran matematika untuk memvisualisasikan matematika sehingga membantu tumbuhnya konsep berpikir abstrak khususnya dalam materi bangun datar. Dalam penelitian Dahlan (2018) mengungkapkan bahwa penggunaan permainan tradisional sebagai media pembelajaran matematika memberikan dampak yang positif dan membawa peran yang besar dalam keberhasilan pembelajaran.

Dalam proses pembuatan layang-layang terdapat aspek-aspek aktivitas fundamental matematis menurut Bishop dan konsep matematis terhadap pembelajaran materi matematika. Aktivitas kegiatan matematis menurut Alan J. Bishop (2016) dalam proses pembuatan permainan layang-layang terdapat 6 aktivitas fundamental, yaitu aktivitas menghitung (*counting*), melokasikan (*locating*), mengukur (*measuring*), permainan (*playing*), merancang (*designing*) dan menjelaskan (*explaining*). Kegiatan aktivitas matematis fundamental tersebut akan dibahas dalam bab hasil dan pembahasan. Melibatkan aktivitas fundamental bishop dengan budaya Indonesia dan matematika menumbuhkan pengetahuan etnomatematika. Menurut (Alifia Sri Agustin dkk., 2022) etnomatematika merupakan pendekatan matematika dengan melibatkan kearifan budaya.

Beberapa peneliti memfokuskan pada analisis kesebangunan dan kekongruenan pada proses pembuatan layangan sendaren. Tidak ada yang memperhatikan penerapan konsep kalkulus dapat digunakan untuk perhitungan kebutuhan kertas yang digunakan dalam layangan sendaren, perbandingan pada kerangka, dan juga konsep transformasi geometri pada layangan sendaren. Oleh karena itu tujuan penelitian adalah mengidentifikasi aspek-aspek aktivitas fundamental matematis menurut Bishop dan konsep matematis terhadap pembelajaran matematika yang tercermin dalam permainan tradisional layangan. Pengetahuan etnomatematika diharapkan dapat menjadi acuan dalam pembelajaran permainan tradisional layangan.

2. Metode

Penelitian ini melakukan identifikasi terhadap layangan sendaren dan berfokus pada eksplorasi unsur aktivitas fundamental menurut Bishop yang terdapat pada layangan sendaren. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kualitatif deskriptif, menurut Prahmana (2017) metode ini mampu menggali informasi secara menyeluruh dan mendalam. Objek penelitian ini memfokuskan pada layangan sendaren yang

merupakan salah satu permainan tradisional yang paling populer di Indonesia. Proses menganalisis data adalah dengan literasi informasi menyeluruh dan mendalam terkait unsur matematika dan karakter nilai dalam permainan tradisional layangan sendaren kemudian menyaring data yang menjadi penguat ide eksplorasi. Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan studi pustaka dan pengamatan terhadap objek layang-layang. Studi pustaka (*library research*) merupakan metode mengumpulkan data dengan cara memahami dan mempelajari teori-teori dari berbagai literatur yang berhubungan dengan penelitian tersebut Adlini dkk., (2022). Teori teori tersebut akan menjadi landasan penelitian untuk proses mengamati objek layang-layang.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Sejarah Layangan Sendaren

Layangan terdiri dari dua jenis yaitu layangan tradisional dan layangan kreasi. Menurut A. D. , Putro & Hidayat (2018) layangan kreasi merupakan layangan yang memiliki bentuk tidak umum dan memiliki motif atau gambar. Salah satu layangan kreasi merupakan layangan sendaren. Menurut Widiastuti dkk., (2022) layang-layang sendaren merupakan layangan kreasi yang terbentuk dari lengkungan bambu yang diikat dan saat diterbangkan layangan sendaren mampu mengeluarkan suara dari tiupan angin. Karena layangan sendaren merupakan layangan kreasi, maka layangan sendaren memiliki bentuk yang bervariasi dengan beraneka ragam motif. Asal-usul layangan sendaren dapat ditemukan di Sunda, Jawa Barat. Layangan sendaren juga sering dikenal dengan sebutan layangan gapangan, layangan bebean, dan layangan patah. Layangan sendaren memiliki arti yaitu alat bunyi-bunyian yang terdiri dari lengkungan bilah bambu dengan tali suara direntangkan pada ujung layangan Kemendikbud, 2016). Layangan sendaren umumnya dimainkan di sawah namun layangan ini juga biasa dimainkan pada waktu dan acara khusus seperti festival pesta tradisional atau masa sebelum panen padi.

Layangan sendaren memiliki bentuk yang khas dan unik. (Widiastuti dkk., 2022) menyatakan layangan sendaren berbentuk sepasang sayap yang melengkung ke atas menyerupai sayap burung. Layangan sendaren biasanya memiliki desain yang sederhana dan elegan disertai motif-motif tradisional yang menarik. Seperti layangan pada umumnya, kerangka layangan sendaren terbentuk dari beberapa bambu yang saling terikat dengan benang jagung. Hal yang membedakan dengan layangan lain adalah ciri khas kerangka dari layangan sendaren yaitu bentuk sendaren yang terdapat pada ujung layangan sebagai alat memunculkan suara. Bentuk sendaren seperti pada gambar berikut.



Gambar 1. Bentuk Sendaren

Kemudian untuk kerangka layang-layang pada layangan sendaren dilapisi dengan kertas minyak disertai berbagai kreasi motif. Salah satu bentuk layangan sendaren yang akan peneliti kaji adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Layangan Sendaren Bermotif Barongan



Gambar 3. Layangan Sendaren dari Barang Bekas Pakai

3.2. Konsep Aktivitas Matematis yang Terdapat pada Layangan Sendaren.

Kajian aktivitas matematis ini dideskripsikan menurut Alan J. Bishop (2016) pada proses pembuatan layang-layang sendaren dan teknik permainan layangan terbagi menjadi 6 yaitu:

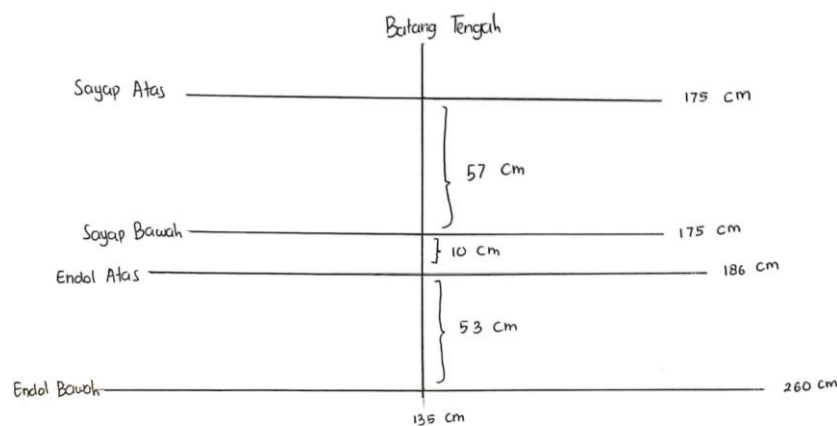
3.2.1. Menghitung (*counting*)

Aktivitas menghitung (*counting*) merupakan representasi objek yang memiliki nilai sama. Konsep yang mampu dianalisis pada aktivitas ini adalah kuantifikasi, nama-nama bilangan, perhitungan dengan jari, nilai tempat, operasi bilangan, kombinatorial, pecahan, dan lain sebagainya. Pada proses pembuatan layangan sendaren peneliti menganalisis bentuk jumlah kerangka layangan sendaren pada banyaknya bilah bambu yang digunakan. Jumlah bilah bambu yang digunakan terdiri dari, bilah bambu batang tengah 1 bilah bambu, sayap layangan 2 bilah bambu, segitiga atas layangan 2 bilah bambu, pinggiran layangan 2 bilah bambu, endol atas 1 bilah bambu, endol bawah 1 bilah bambu, segitiga bawah 2 bilah bambu, penguat endol 2 bilah bambu, sendaren 1 bilah bambu. Sehingga dapat dijumlahkan bilah bambu yang diperlukan adalah $1 + 2 + 2 + 2 + 1 + 1 + 2 + 2 + 1 = 14$ bilah bambu. Dalam merakit bilah bambu diperlukan pengikat berupa benang jagung. Benang yang diperlukan adalah 1 gulung dengan minimal panjang 289 cm. Kemudian kerangka layangan sendaren dilapisi dengan kertas minyak sebanyak satu lembar dengan minimal luas kertas yang dibutuhkan adalah 18529.29 cm^2

3.2.2. Melokasikan (*locating*)

Aktivitas melokasikan (*locating*) memfokuskan analisis gagasan geometris seperti lokasi atau arah. Menurut (Widya Pramestika & Suci Apriani, 2021) kategori locating adalah mencakup ketentuan peletakan komponen berdasarkan jarak. Penyusunan kerangka pembentuk layangan sendaren dikelompokkan menjadi beberapa tata letak. Kedua kerangka sayap layangan diletakan sejajar dengan jarak 57 cm. Kemudian posisi kerangka sayap terdapat endol yang merupakan kerangka bagian bawah sayap kerangka sayap yang berfungsi menyeimbangkan layangan saat

terbang. Endol dibagi menjadi 2 yaitu endol atas dan endol bawah. Endol atas diletakkan sejajar dengan jarak 10 cm, begitu pula dengan posisi antara endol atas dan endol bawah diletakkan sejajar sejauh 53 cm. Berikut gambar tata letak dalam kerangka layangan sendaren.



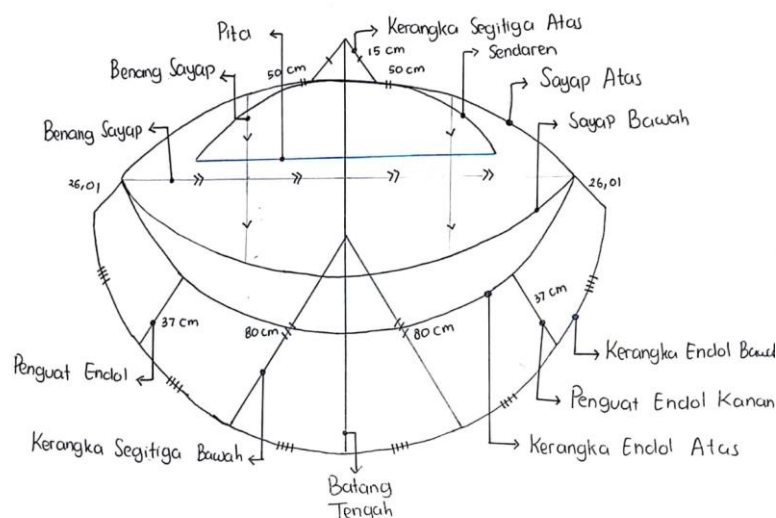
Gambar 4. Kerangka Sendaren sebelum terikat

Permainan tradisional layangan pada layangan sendaren juga perlu memperhatikan tata letak pengikatan tali goci. Tali goci adalah tali yang berfungsi mengendalikan layang-layang saat terbang (Ahmad Ilham Ansori & Indah Chrysanti Angge, 2023). Langkah pertama dibuat 2 lubang yang terletak 11,5 cm di bagian kanan dan kiri titik perpotongan batang tengah dengan bilah bambu sayap atas. Pada layangan sendaren ujung pertama tali goci dililitkan di lubang bagian kanan batang tengah sebanyak 2 kali lilitan. Panjang benang goci diukur dari ujung lilitan ke bagian bawah sayap, selanjutnya akan diperoleh panjang dari tali goci, ujung kedua tali goci kemudian dililitkan pada lubang bagian kiri batang tengah sebanyak 2 kali lilitan. Tali goci dibuat simpul sebagai kunci arah layangan pada bagian titik tengah benang sebagai ikatan yang pertama. Ikat tali goci pada bagian titik tengah dari jarak ikatan pertama ke ujung benang tali sebagai ikatan kedua. Selanjutnya ikatkan tali ujung benang goci yang sudah terikat pada layangan tadi dengan benang lilit lagi dengan ukuran cukup panjang ke bagian bawah sayap layangan.

3.2.3. Mengukur (measuring)

Aspek mengukur menurut Bishop berfokus pada perbandingan objek, pengurutan, atau pengukuran kualitas. Hal ini selaras dengan pendapat Aini Fitriyah, (2021) yang menyatakan bahwa mengukur merupakan salah satu aktivitas dalam menentukan ukuran suatu objek, berupa panjang, berat, luas, tinggi bisa dikaitkan dengan kata tanya "berapa". Peneliti menganalisis persiapan dalam pembuatan layangan sendaren pada pengukuran bilah bambu yang digunakan. Bilah bambu yang digunakan berasal dari bambu dengan minimal panjang 260 cm. Langkah awal dalam proses pembuatan layangan sendaren ini kita membagi bambu menjadi 16 bilah bambu dengan beberapa ukuran. Persiapan batang bambu yang diperlukan mulai dari menyiapkan bilah bambu untuk batang tengah layangan dengan panjang 135 cm (1 bilah bambu), sayap layangan dengan panjang 175 cm (2 bilah bambu), kemudian

jarak antar sayap layangan diberi jarak 57 cm, untuk bagian segitiga atas layangan dengan panjang 15 cm (2 bilah bambu), pinggiran layangan dengan panjang 26 cm (2 bilah bambu), untuk bagian endol atas dan endol bawah dengan panjangnya 186 cm (1 bilah bambu) dan 260 cm (1 bilah bambu), kemudian untuk jarak sayap dengan endol atas diberi jarak 10 cm dan jarak endol antara endol atas dan endol bawah yaitu 53 cm, bagian bilah bambu untuk segitiga bawah dengan panjang 80 cm (2 bilah bambu), dan untuk sebagai penguat endol masing mempunyai panjang 37 cm (2 bilah bambu). Setelah itu layangan diberikan sendaren yang terbuat dari 1,21 cm (1 bilah bambu) dan setiap ujung bilah bambu pada sendaren dikaitkan dengan benang. Berikut adalah bentuk gambar 5.



Gambar 5. Kerangka Layangan Sendaren

Selanjutnya adalah pembuatan sendaren. Dalam pembuatan sendaren ada pengukuran untuk bilah bambu dan kawat. Bilah bambu yang digunakan berukuran 121 cm, sedangkan kawat yang digunakan berukuran 15 cm sebanyak 2 buah. Kawat tersebut diletakkan pada kedua ujung bilah bambu dan dilengkungkan sepanjang 5 cm dan sebesar 45° . Setelah kerangka sendaren terbentuk, selanjutnya adalah membuat pita benang sendaren. Diperlukan pita jepang berukuran 93 cm sebanyak 2 buah. Kedua pita tersebut disatukan menggunakan lem dengan tujuan mempertebal pita. Kemudian dibutuhkan dua benang pancing dengan panjang masing-masing 7 cm dan 30 cm sebanyak 2 buah dan benang nilon. Letakan benang pancing di ujung pita kemudian ikat menggunakan benang nilonnya, dilakukan pada kedua sisinya. Kemudian kaitkan pada ujung kerangka sendaren dengan syarat jarak senar kiri dan kanan mempunyai jarak yang sama.

Benang yang diperlukan pada layangan membutuhkan benang jagung sepanjang 289 cm. Benang tersebut dibagi menjadi beberapa kelompok yaitu benang yang digunakan untuk bagian sayap dan benang pada bagian endol. Pada bagian sayap diperlukan 2 benang yang terdiri dari 120 cm dipotong menjadi 2 bagian sama panjang yang diikatkan secara horizontal. Selanjutnya diperlukan benang melintang pada sayap dengan ukuran 175 cm. Kemudian diperlukan benang pancing sepanjang 74 cm untuk sendaren.

Dari ukuran bilah bambu tersebut ada perbandingan ukuran diantaranya adalah perbandingan sisi miring segitiga atas dan bawah yaitu 15:80 atau sama dengan 5:16. Selanjutnya dapat dilihat juga perbandingan antara penguat endol dan penyambung kerangka endol atas dengan endol bawah yaitu 37:26.01. Selain itu seperti tanda pada Gambar 5 bagian bagian yang kongruen merupakan bagian dengan panjang yang sama, maka dapat dianalisis perbandingannya adalah 1:1.

3.2.4. Permainan (*playing*)

Aktivitas fundamental permainan (*playing*) melihat keanekaragaman permainan dalam aspek matematis meliputi prosedur sosial dan aturan. Aturan dalam pembuatan layangan sendaren diantaranya adalah menyiapkan bilah bambu yang dibutuhkan sesuai ukurannya kemudian bilah-bilah bambu tersebut saling dikaitkan untuk membentuk kerangka layangan sendaren selanjutnya potong kertas layangan yang dibutuhkan sesuai ukuran kerangka layangan sendaren kemudian jika sudah dilapisi dilanjutkan dengan mengaitkan tali goci dengan tepat.

Bermain layangan sendaren memiliki beberapa aturan dalam memainkannya dimulai dengan mempersiapkan peralatan permainan yaitu gulungan tali dan layangan. Kemudian, untuk memainkan layangan diperlukan tempat yang terdapat cukup angin dan tempat yang lapang untuk menerbangkan layangan seperti sawah, lapangan, dan lain sebagainya. Cara untuk menerbangkan layangan membutuhkan minimal dua orang, sebagai orang pertama akan berperan memegang gulungan tali dan sebagai orang kedua berperan memegang layangan. Jarak orang pertama dan kedua adalah sejauh tinggi layangan yang diinginkan dengan catatan tali terlentang dengan tegang. Setelah itu orang pertama akan menarik tali dan orang kedua melepaskan layangan keatas hingga terbang.

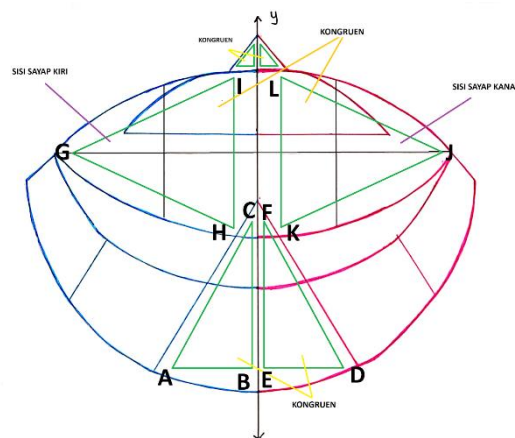
3.2.5. Merancang (*designing*)

Aktivitas merancang (*designing*) merupakan proses mengkonseptualisasikan objek yang mengarah pada ide suatu bentuk. Merancang adalah aktivitas masyarakat yang menghasilkan suatu produk atau karya yang memiliki nilai estetika dan fungsional. Aktivitas ini telah menjadi bagian dari budaya Masyarakat Wahyudin dkk., (2020) Perancangan pembuatan kerangka layangan sendaren terbagi menjadi beberapa bagian kelompok, diantaranya adalah perancangan sayap, ukuran batang tengah, dan menyatukan sayap dengan batang tengah. Proses perancangan kedua sayap layangan yang saling proporsi, perlu memperhatikan bilah bambu yang digunakan yaitu dengan bilah bambu yang lurus. Kemudian dilakukan pengukuran terhadap bilah bambu untuk sayap kemudian dibagi 2 sama panjang dan diberi garis pada titik tengah bilah tersebut. Selanjutnya bilah bambu diraut atau diasah dari tengah hingga ujung setiap sisinya mampu membentuk lengkungan. Untuk melihat kelenturan bambu dapat diamati dengan tidak memegang pucuk bambu melainkan cukup gerakan jari kita mengikuti kelenturan bambu.

Proses perancangan pembuatan batang tengah perlu memperhatikan beberapa hal yaitu batang diasah cukup dari bagian atas sampai lentur dibagian bawahnya, jangan terlalu tipis dalam mengasah bambu tengah. Untuk menghasilkan bentuk tersebut bilah bambu diasah salah satu sisi terlebih dahulu. Proses mengasah tidak

disarankan terlalu jauh hingga tengah bilah bambu karena ujung bilah bambu dari atas menuju ke bawah mempunyai ketebalan yang semakin mengecil. Bagian atas dirancang kaku dan bagian bawah lentur berfungsi mempermudah proses layangan terbang.

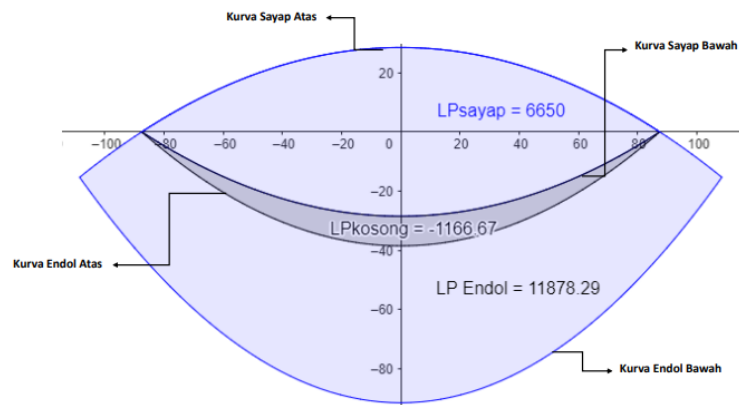
Proses perancangan yang selanjutnya adalah memasang sayap ke batang tengah. Dalam mengaitkan sayap pada batang tengah perlu memperhatikan sedikit jarak untuk memberi tempat peletakan pengikatan sendaren. Saat melakukan pemasangan sayap ke batang tengah perlu memperhatikan posisi bilah bambu yang menghadap ke atas. Saat proses mengikat 2 bilah bambu sebagai sayap ujung bambu perlu dibelah kecil, hal ini berfungsi dalam memasukan bilah bambu lain di setiap belahannya. Belahan bambu kecil tadi tidak disarankan dalam pembuatan model layangan yang besar karena resiko terjadinya patah pada bilah bambu sayap. Dalam proses mengikat tali tidak terlalu banyak putaran yang terjadi pada ujung sayap karena akan menyebabkan layang tersebut menjadi runcing. Selanjutnya dalam pemasangan benang tali tengah, tarik dari ujung salah satu sisi sayap ke tengah kemudian pastikan ukuran panjang jarak tali dari titik tengah ke atas dan ke bawah memiliki panjang yang sama. Fungsi pengikatan tali ini digunakan dalam menyamakan antara lebar sayap kiri layangan dan sayap kanan layang memiliki lebar yang sama. Berdasarkan pengukuran tersebut dapat dianalisis adanya kekongruenan bentuk bangun datar disebelah kiri batang tengah dan kanan batang tengah, dapat diilustrasikan seperti berikut:



Gambar 6. Konsep Kekongruenan pada Layangan Sendaren

Melakukan identifikasi kekongruenan pada gambar 6 tersebut. Perhatikan $\overline{AB} = \overline{DE}$ dan $\angle B = \angle E = 90^\circ$ dan $\overline{BC} = \overline{EF}$ maka berdasarkan teorema segitiga SAS (*side angle side*) maka terbukti $\triangle ABC \cong \triangle DEF$. Perhatikan $\overline{GH} = \overline{KJ}$ dan $\overline{HI} = \overline{KL}$ dan $\overline{GI} = \overline{JL}$ berdasarkan teorema segitiga SSS (*side side side*) maka terbukti $\triangle GHI \cong \triangle JKL$.

3.2.6. Menjelaskan (explaining)



Gambar 7. Luas Permukaan Layangan Sendaren

Aktivitas menjelaskan merupakan aktivitas menganalisis pola grafik, diagram untuk mengolah suatu representasi. Layang-layang sendaren ada jenis layangan yang menghasilkan suara ketika angin mengenai pita pada lengkungan bambu pada sendarennnya, suara tersebut muncul timbul karena getaran pengaruh getaran dari sendaren. Pernyataan tersebut didukung oleh (Hendra Santosa dkk., 2018) yang menyatakan bahwa sendaren merupakan salah satu alat yang dapat mengeluarkan suara dengan bantuan angin. Suara yang dihasilkan oleh sendaren, memiliki beberapa manfaat salah satunya adalah mengusir hama burung yang ada di sawah, bahwa hama burung cenderung takut terhadap suara yang dihasilkan oleh layang-layang sendaren. Selain itu sendaren dapat menjadi penyeimbang layangan agar terbang dengan stabil dalam durasi waktu yang lama (Fersiana Meli Widiastuti dkk., 2022). Pada zaman saat ini biasanya digunakan juga sebagai pameran dalam karnaval. Melalui bentuk layangan sendaren, dapat diidentifikasi pemodelan matematika.

Tabel 1. Perhitungan luas kertas yang dibutuhkan untuk melapisi layangan sendaren

Persamaan kurva sayap atas	Persamaan kurva sayap bawah
Titik puncak $(h, k) = (0, 28.5)$	Titik puncak $(h, k) = (0, -28.5)$
Titik potong dengan sumbu x $(87.5, 0)$ dan $(-87.5, 0)$	Titik potong dengan sumbu x $(87.5, 0)$ dan $(-87.5, 0)$
Persamaan umum parabola sayap atas $y = a(x - h)^2 + k$	Persamaan umum parabola sayap bawah $y = a(x - h)^2 + k$
Sehingga diperoleh: $y = a(x - 0)^2 + 28.5$ $y = ax^2 + 28.5$	Sehingga diperoleh: $y = a(x - 0)^2 + (-28.5)$ $y = ax^2 - 28.5$
mencari nilai a $y = a(x - h)^2 + k$ $0 = a(87.5 - 0)^2 + 28.5$ $-28.5 = a(87.5)^2$ $a = \frac{-28.5}{87.5^2}$	mencari nilai a $y = a(x - h)^2 + k$ $0 = a(87.5 - 0)^2 - 28.5$ $28.5 = a(87.5)^2$ $a = \frac{28.5}{87.5^2}$
jadi persamaan parabola yaitu	jadi persamaan parabola yaitu

$$y = \frac{-28.5}{87.5^2}x^2 + 28.5$$

$$y = \frac{28.5}{87.5^2}x^2 - 28.5$$

Persamaan kurva endol atas

Persamaan kurva endol bawah

Titik puncak

$$(h, k) = (0, -38.5)$$

Titik potong dengan sumbu x
(87.5, 0) dan (-87.5, 0)

Persamaan umum endol atas

$$y = a(x - h)^2 + k$$

Sehingga diperoleh:

$$y = a(x - 0)^2 + (-38.5)$$

$$y = ax^2 - 38.5$$

mencari nilai a

$$y = a(x - h)^2 + k$$

$$0 = a(87.5 - 0)^2 + (-38.5)$$

$$a = \frac{38.5}{87.5^2}$$

jadi persamaan parabola yaitu

$$y = \frac{38.5}{87.5^2}x^2 - 38.5$$

Titik puncak

$$(h, k) = (0, -91.5)$$

Titik potong dengan sumbu x
(-108.51, -15,33) dan (108.51, -15,33)

Persamaan umum endol atas

$$y = a(x - h)^2 + k$$

Sehingga diperoleh:

$$y = a(x - 0)^2 + (-91.5)$$

$$y = ax^2 - 91.5$$

mencari nilai a

$$y = a(x - h)^2 + k$$

$$-15.33 = a(108.51 - 0)^2 + (-91.5)$$

$$a = \frac{76.17}{108.51^2}$$

jadi persamaan parabola yaitu

$$y = \frac{76.17}{108.51^2}x^2 - 91.5$$

Luasan daerah diantara 2 kurva sayap

persamaan parabola sayap atas

$$f(x) = \frac{-28.5}{87.5^2}x^2 + 28.5$$

persamaan parabola sayap bawah

$$g(x) = \frac{28.5}{87.5^2}x^2 - 28.5$$

Luas daerah diantara 2 kurva

$$Luas = \int_a^b (f(x) - g(x))$$

$$L_{sayap} = \int_{-87.5}^{87.5} \left(\left(\frac{-28.5}{87.5^2}x^2 + 28.5 \right) - \left(\frac{28.5}{87.5^2}x^2 - 28.5 \right) \right) dx$$

$$L_{sayap} = \int_{-87.5}^{87.5} \left(-\frac{28.5}{30625}x^2 + 57 \right) dx$$

$$L_{sayap} = 6650 \text{ cm}^2$$

Luasan daerah yang tidak dilapisi kertas layangan

Persamaan parabola sayap bawah

$$g(x) = \frac{28.5}{87.5^2}x^2 - 28.5$$

Pesamaan parabola endol atas

$$h(x) = \frac{38.5}{87.5^2}x^2 - 38.5$$

Luasan daerah yang tidak dilapisi kertas layangan

$$L_{Daerah \text{ kosong}} = \int_{-87.5}^{87.5} \left(\left(\frac{38.5}{87.5^2}x^2 - 28.5 \right) - \left(\frac{28.5}{87.5^2}x^2 - 38.5 \right) \right) dx$$

$$L_{Daerah\ kosong} = 1166.67\ cm^2$$

Mengitung luas layangan keseluruhan

Persamaan parabola yaitu

$$k(x) = \frac{43.83}{108.51^2}x^2 + 28.5$$

Persamaan parabola yaitu

$$j(x) = \frac{76.17}{108.51^2}x^2 - 91.5$$

Luas layangan keseluruhan

$$Luas = \int_{-108.51}^{108.51} \left(\left(\frac{43.83}{108.51^2}x^2 + 28.5 \right) - \left(\frac{76.17}{108.51^2}x^2 - 91.5 \right) \right) dx$$

$$L_{Keseluruhan\ layangan} = \int_{-108.51}^{108.51} \left(-\frac{107800}{39248067}x^2 + 120 \right) dx$$

$$L_{Keseluruhan\ layangan} = 17361.62\ cm^2$$

Luasan daerah endol

$$L_{endol} = L_{keseluruhan\ layangan} - L_{daerah\ sayap} - L_{daerah\ tidak\ dilapisi\ kertas}$$

$$Luas\ daerah\ sayap = 6650\ cm^2$$

$$Luasan\ daerah\ yang\ tidak\ dilapisi\ kertas\ layangan = 1166.67\ cm^2$$

$$Luas\ Keseluruhan = 17361.62\ cm^2$$

$$L_{endol} = 17361.62 - 6650 - 1166.67$$

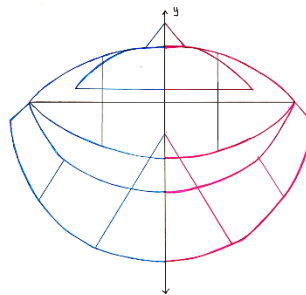
$$L_{endol} = 9544.95\ cm^2$$

Kesimpulan

Maka luas kertas yang digunakan adalah luas daerah sayap + luasan daerah endol

$$L_{Kertas} = 6650 + 9544.95 = 16194.95\ cm^2$$

Kedua, dapat diidentifikasi bahwa pada layangan sendaren terdapat konsep transformasi geometri refleksi. Menurut Hada dkk., (2021) objek yang dipantulkan oleh cermin akan membentuk bayangan dari objek. Hal ini sejalan dengan pendapat Manik dkk., (2022) yang menyatakan refleksi adalah bentuk pemindahan titik pada sebuah objek dengan jarak yang sama menyesuaikan sumbu refleksi. Bayangan yang terbentuk tergantung pada sumbu yang menjadi cermin dalam bidang kartesius. Dari layangan sendaren, bentuk dari kerangka layangan merupakan penerapan dari transformasi geometri refleksi terhadap sumbu y . Ilustrasi refleksi dapat digambarkan seperti berikut ini:



Gambar 8. Transformasi Geometri Refleksi Sisi Kerangka Layangan

Batang tengah menunjukkan sumbu y sebagai sumbu refleksi hal ini karena batang tengah merupakan simetri lipat layangan sendaren, hal ini selaras dengan Aliyah (2016) yang menyatukan garis horizontal atau vertikal yang menjadi garis lipatan bangun datar simetris (kongruen) dipandang sebagai sumbu pencerminan. Konsep dari kongruen yaitu, dua bangun datar dikatakan kongruen jika mempunyai sisi-sisi yang bersesuaian sama panjang dan sudut-sudut yang bersesuaian sama besar.

Maka kongruen dapat diartikan dua bangun datar yang memiliki bentuk dan ukuran yang sama. Dwi Ida Nur Safitri, (2020) Garis berwarna merah muda menunjukkan bayangan (refleksi) dari garis berwarna biru. Karena kerangka layangan merupakan penerapan dari pencerminan maka dapat diidentifikasi bahwa muncul konsep kekongruenan bangun datar. Bentuk dan ukuran dari setiap bentuk kerangka pada sisi kanan sumbu y sama dengan bentuk kerangka pada sisi kiri sumbu y .

4. Kesimpulan

Kajian terkait analisis pembuatan layangan sendaren memiliki beberapa komponen yang dapat diidentifikasi berkaitan dengan aspek-aspek aktivitas fundamental matematis menurut Bishop serta konsep matematis terhadap pembelajaran matematika. Dapat disimpulkan analisis pertama yaitu aspek menghitung (*counting*) bahwa dibutuhkan 14 bilah bambu, 289 cm benang, dan luas kertas sebesar 18529.29 cm^2 . Kedua, aspek melokasikan (*locating*) dengan mengidentifikasi tata letak bilah bambu dan benang. Ketiga mengukur (*measuring*) menganalisis persiapan dalam pembuatan layangan sendaren pada pengukuran bilah bambu yang digunakan, letak benang dikaitkan, dan terdapat unsur matematis yaitu konsep perbandingan. Keempat permainan (*playing*) menjelaskan terkait prosedur dalam pembuatan layang serta aturan permainan layangan sendaren. Aspek kelima yaitu merancang (*designing*) analisis berfokus pada perancangan pembuatan kerangka layangan sendaren yang terbagi menjadi beberapa bagian kelompok yaitu perancangan sayap, ukuran batang tengah, dan menyatukan sayap dengan batang tengah. Analisis terhadap aspek merancang memunculkan analisis konsep matematika yaitu konsep kekongruenan pada layangan sendaren. Terakhir adalah aspek menjelaskan (*explaining*), pada aspek ini berfokus pada konsep pemodelan matematika dari perhitungan luas kertas dan ilustrasi konsep transformasi geometri refleksi. Berdasarkan kajian tersebut, aspek fundamental matematis menurut Bishop

pada pembuatan layang sendaren dapat digunakan dalam konteks pembelajaran matematika.

5. Ucapan Terima Kasih

Dalam proses penyusunan artikel ilmiah ini, kami mengucapkan terima kasih kepada Universitas Sanata Dharma karena telah memfasilitasi penulis dalam mata kuliah Etnomatematika sebagai wadah bagi penulis menyusun artikel ilmiah "Eksplorasi Etnomatematika pada Pembuatan Layangan Sendaren Berdasarkan Aspek Fundamental Bishop".

6. Referensi

- A. I. Sulestry, & M. R. Baharuddin. (2019). Media Pembelajaran Geometri dalam Konsep Behavioristik. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komputer*, 2, 43–46.
- Adlini, M. N., Dinda, A. H., Yulinda, S., Chotimah, O., & Merliyana, S. J. (2022). Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka. *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, 6(1), 974–980. <https://doi.org/10.33487/edumaspul.v6i1.3394>
- Ahmad Ilham Ansori, & Indah Chrysanti Angge. (2023). Video Tutorial Pembuatan Layang-Layang dengan Menerapkan Ragam Hias Khas Gresik pada Komunitas Pelayang Jara'an. *Jurnal Seni Rupa*, 11, 167–178. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/va/article/view/54730>
- Aini Fitriyah. (2021). Kajian Etnomatematika terhadap Tradisi Weh-wehandi Kecamatan Kaliwungu Kendal. *Jurnal Pendidikan Matematika Rafflesia*, 6, 50–59.
- Alan J. Bishop. (2016). *Can Values Awareness Help Teachers and Parents Transition Preschool Learners into Mathematics Learning?* https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-23935-4_3
- Alifia Sri Agustin, Mentari Sekarwati, Muhammad Asdi Elviston, & Nur Tsani Latifah. (2022). Etnomatematika pada Kebudayaan Jawa dalam Mengembangkan Kemampuan Literasi Matematis Siswa. *Seminar Nasional Pendidikan Matematika IV*, 4, 195–201.
- Aliyah, N. (2016). *Perapan Fase-Fase Pembelajaran Van Hiele untuk Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Materi Simetri Lipat dan Pencerminan Bangun Datar Siswa Kelas IV SDN Tegalgede 02 Jember* [Universitas Jember]. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/77624>
- Almanfaluthi, B., & Juniar, J. (2020). Konsep Motion Graphics Pengenalan Layang-Layang Sebagai Budaya Bangsa. *Jurnal Desain*, 7(2), 99. <https://doi.org/10.30998/jd.v7i2.5361>
- Anggita, G. M. (2019). Eksistensi Permainan Tradisional sebagai Warisan Budaya Bangsa. *JOSSAE: Journal of Sport Science and Education*, 3(2), 55. <https://doi.org/10.26740/jossae.v3n2.p55-59>
- Aryo Dwinto Putro, & Syarip Hidayat. (2018). Perancangan Buku Aktivitas Museum Layang-Layang Indonesia Untuk Anak Usia 7 – 12 Tahun. *Art & Design*, 5, 84–107.
- Dahlan, J. A. , & P. R. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Etnomatematika dalam Pembelajaran Matematika Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Nasional*

- Pendidikan Matematika*, 2, 133–150.
<http://jurnal.ugj.ac.id/index.php/JNPM/article/view/987>
- Dwi Ida Nur Safitri. (2020). Variasi Pemahaman Konsep Sebangun dan Kongruen. *Seminar Nasional Pendidikan dan Ilmu Matematika*, 327–333.
- Erfayliana, Y. (2016). Aktivitas Bermain dan Perkembangan Jasmani Anak. *Pendidikan dan Pembelajaran Dasar*, 3, 145–158.
<http://www.ejournal.radenintan.ac.id/index.php/terampil/article/view/1334>
- Fersiana Meli Widiastuti, Edi Hidayat, & Sinta Verawati Dewi. (2022). Konsep Matematis pada Proses Pembuatan Layang-layang Sendaren. *Jurnal Kongruen*, <https://publikasi.unsil.ac.id/index.php/kongruen/issue/view/16>.
- Hada, K. L., Maulida, F. I., Dewi, A. S., Dewanti, C. K., & Surur, A. M. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Blabak Trarerodi pada Materi Geometri Transformasi: Tahap Expert Review. *Jurnal Pendidikan Matematika (Kudus)*, 4(2), 155. <https://doi.org/10.21043/jmtk.v4i2.12047>
- Hardiarti, & Sylviyani. (2017). Etnomatematika: Aplikasi Bangun Datar Segi Empat pada Candi Muaro Jambi. *AKSIOMA*, 8(2), 99.
<https://doi.org/10.26877/aks.v8i2.1707>
- Hendra Santosa, Dyah Kustiyanti, & I Komang Sudirga. (2018). *Jejak Karawitan dalam Kakawin Sumanasantaka*.
<https://www.academia.edu/download/57253131/272-1242-1-PB.pdf>
- Kemendikbud. (2016). *Kemendikbud*. Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa.
<https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/sendaren>
- Manik, S. Y., Sayu, S., & Munaldus, M. (2022). Identifikasi Etnomatematika pada Kain Tenun Corak Libau Suku Dayak De'sa Kabupaten Sintang. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 2(2), 68–81.
<https://doi.org/10.53299/jagomipa.v2i2.213>
- Mikkolainen. (2016). Fly through the History of Kites. Dalam *History Of Kites*.
- Prahmana, R. C. (2017). *Design Research: (Teori dan implementasinya: Suatu pengantar)*. Rajawali Pers.
https://opac.isi.ac.id/index.php?p=show_detail&id=43532
- Putro, A. D. , & Hidayat, S. (2018). *Perancangan Buku Aktivitas Museum Layang-layang Indonesia Untuk Anak Usia 7-12 Tahun* (Vol. 5).
<https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/artdesign/article/view/6040>
- Wahyudin, W., Saryoko, A., Aziz, A., & Nurmalia, L. (2020). Selection of Extracurricular Activities in SMK Insan Aqilah 4 jakarta Using Profile Matching Method. *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, 16(1), 39–44. <https://doi.org/10.33480/pilar.v16i1.913>
- Widiastuti, F., M., H. E., & Dewi, S. V. (2022). Konsep Matematis pada Proses Pembuatan Layang-layang Sendaren. *Jurnal Kongruen*, 1.
<https://publikasi.unsil.ac.id/index.php/kongruen/article/view/249>
- Widya Pramestika, I., & Suci Apriani, M. (2021). Aktivitas Fundamental Matematis pada Tari Srimpi Pandhèlori. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 5(2). <https://doi.org/10.35706/sjme.v5i2.4789>