

Title : ETNOMATEMATIKA: KALKULUS DALAM TRADISI PACU JAWI
ASAL SUMATERA BARAT INDONESIA

Author(s) : DERI FATHURAHMAN ARIF

Institution : Sarjanawiyata Tamansiswa Yogyakarta

Category : Opinion, Competition

Topic : Mathematic

ETNOMATEMATIKA : KALKULUS DALAM TRADISI PACU JAWI ASAL SUMATERA BARAT INDONESIA

Deri Fathurahman Arif

Pendidikan Matematika, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa, Indonesia
deryfathur0804@gmail.com

Pendahuluan

Dalam Ilmu Matematika, Kalkulus merupakan cabang Ilmu Matematika yang mengkaji mengenai besaran dan perubahan. Besarnya besaran dan perubahan tersebut dapat dihitung dengan menggunakan Limit, Turunan, dan Integral. Pada artikel ini, penulis akan mengkaji secara matematis mengenai penggunaan Kalkulus khususnya Limit dan Turunan dalam Pacu Jawi. Dalam Kalkulus, Limit adalah topik dalam kalkulus yang mengkaji nilai pendekatan suatu fungsi baik aljabar ataupun trigonometri pada titik yang dinyatakan dalam variabel tertentu. Limit dinotasikan sebagai :

$$\lim_{x \rightarrow c} f(x) = L$$

dimana $f(x)$ menyatakan fungsi aljabar/trigonometri dengan c sebagai nilai pendekatan terhadap titik x pada $f(x)$ dan L adalah nilai limit dari $f(x)$.

Limit suatu fungsi, dikatakan ada jika Limit kiri dan kanannya sama. Pernyataan tersebut didefinisikan kedalam Teorema Keberadaan Limit sebagai berikut:

a) Limit Kiri

Jika x menuju c dari arah kiri (dari arah bilangan yang lebih kecil dari c) disebut Limit Kiri, yang dinotasikan sebagai :

$$\lim_{x \rightarrow c^-} f(x) = L$$

dimana L adalah nilai dari $\lim_{x \rightarrow c^-} f(x)$.

b) Limit Kanan

Jika x menuju c dari arah kanan (dari arah bilangan yang lebih besar dari c) disebut Limit Kanan, yang dinotasikan sebagai :

$$\lim_{x \rightarrow c^+} f(x) = L$$

dimana L adalah nilai dari $\lim_{x \rightarrow c^+} f(x)$.

Karena didapatkan bahwa :

$$\lim_{x \rightarrow c^+} f(x) = \lim_{x \rightarrow c^-} f(x) = L$$

Maka,

$$\lim_{x \rightarrow c} f(x) = L$$

Sehingga, disimpulkan bahwa :

$$\lim_{x \rightarrow c} f(x) \text{ dikatakan ada}$$

Keberadaan limit kiri ataupun kanan ditinjau dari karakteristik grafik pada limit fungsi tersebut. Jika suatu titik pendekatan pada limit berada pada grafik kontinu, maka limit kanan-kiri dipastikan sama, sehingga nilai limitnya ada.

Turunan adalah topik dalam Kalkulus yang mengkaji mengenai bagaimana suatu fungsi dapat berubah karena perubahan dari variabel tertentu terhadap fungsi tersebut. Turunan disimbolkan dengan $f'(x)$ atau $\frac{dy}{dx}$ atau $D_x y$ dengan definisi sebagai berikut :

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h} = f'(x)$$

Bentuk ekspresi dari definisi turunan diatas menggunakan limit terhadap suatu fungsi dengan pendekatan suatu titik menuju nol. Perlu dipahami bahwa :

$f'(x)$ dikatakan ada jika $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$ untuk sembarang x nilai limitnya ada dan bukan merupakan bentuk , seperti ∞ atau $-\infty$.

Apabila dijumpai kasus limit bentuk tak-tentu seperti yang disampaikan diatas, maka limit tersebut akan diselesaikan dengan teknik khusus. Namun, pada pembahasan mengenai penggunaan limit tersebut, penulis akan menghindari bentuk tak-tentu tersebut untuk mempermudah pemahaman pembaca mengenai analisis yang diberikan.

Di Indonesia, budaya Pacu Jawi merupakan sebuah budaya yang berasal dari daerah Sumatera Barat tepatnya di Kabupaten Tanah Datar. Budaya Pacu Jawi merupakan salah satu budaya yang sifatnya hiburan bagi masyarakat Sumatera Barat khususnya di Kabupaten Tanah Datar. Pada mulanya Pacu Jawi merupakan upaya bagi para petani pada waktu dulu untuk menemukan cara membajak sawah yang baik dan benar dengan menggunakan dua ekor sapi jantan. Penemu Pacu Jawi adalah Datuak (Dt)

Tantejo Gurhano. Selain bersifat sebagai hiburan, Pacu Jawi juga memuat nilai-nilai kehidupan bagi masyarakat Kabupaten Tanah Datar. Pacu Jawi dilakukan dengan memacu sepasang sapi di sawah yang berair dan berlumpur dengan panjang lintasan sekitar lebih kurang 25 meter dan lebar lebih kurang 10 meter setelah panen padi di Kabupaten Tanah Datar. Ditinjau dari artinya, Pacu berarti lomba kecepatan dan Jawi maksudnya Sapi atau Lembu, di Sumatera Barat sapi biasa disebut dengan Jawi. Pacu Jawi adalah kebudayaan yang dilakukan dengan mengadu kecepatan sepasang sapi yang menarik seorang joki (umumnya pria) di sawah yang berlumpur sebagai lintasannya.

Berdasarkan kebudayaan khas Indonesia tersebut, penulis akan memaparkan kajian analisis dalam matematika khususnya pada topik Kalkulus khususnya penggunaan limit dan turunan. Pada kebudayaan tersebut, telah diinformasikan bahwa kebudayaan tersebut melakukan aksi gerak yang dapat ditinjau dengan menggunakan analisis pada kalkulus. Pada tinjauan pembahasan akan dijelaskan secara mendetail mengenai penggunaan kalkulus pada rangkaian proses gerak yang dilakukan pada saat aksi kebudayaan dimulai.

Pembahasan

Pacu Jawi adalah salah satu tradisi khas Indonesia yang dilaksanakan dengan melibatkan joki dan sepasang sapi jantan, dimana joki menaiki bajak yang dipasangkan pada kedua ekor sapi tersebut. Ditinjau dari pelaksanaan Pacu Jawi, dapat diinformasikan bahwa sapi melaju dengan kecepatan tertentu yang tidak selalu konstan. Sepasang sapi tersebut melaju sepanjang lintasan sawah berlumpur. jika di *timing* maka semakin lama waktu sapi melaju dilintasi tersebut, kecepatan sapi akan meningkat. Pernyataan tersebut menunjukkan adanya perubahan kecepatan terhadap waktu pada jarak lintasan yang ditempuh oleh sepasang sapi Pacu Jawi. Informasi yang diberikan sebelumnya akan menjadi landasan abstraksi yang akan disampaikan oleh penulis terkait analisis terhadap Pacu Jawi dengan menggunakan Kalkulus

Perhatikan ilustrasi 1.0 di bawah ini.



Ilustrasi 1.0. Sumber : https://www.goodnewsfromindonesia.id/wp-content/uploads/images/source/egyherdian/8841021988_7fa3368dcf_b.jpg

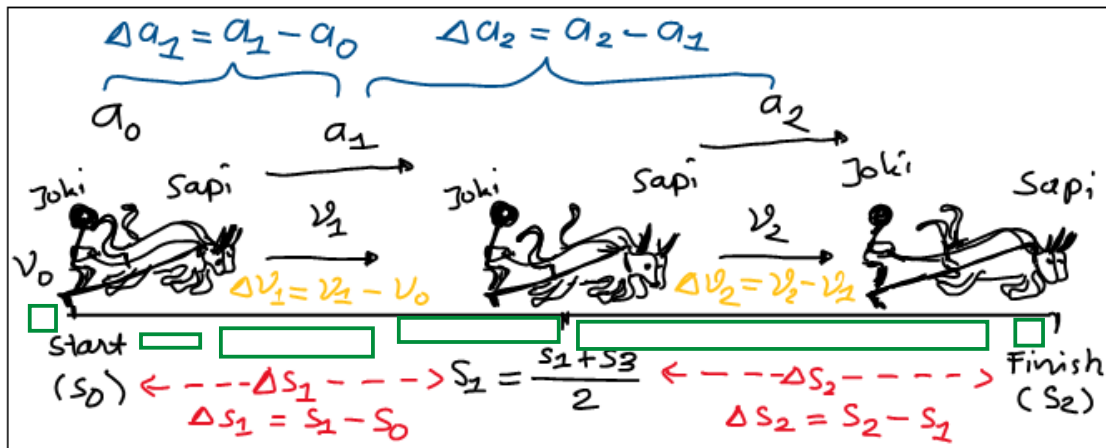
Ilustrasi 1.0 menunjukkan seorang joki Pacu Jawi yang ditarik oleh sepasang ekor sapi yang melaju dengan cepat. Perubahan kecepatan dan perpindahan posisi yang terjadi pada Pacu Jawi dapat diabstraksikan kedalam konsep kalkulus sebagai berikut.

- a). Pandang bahwa kecepatan sepasang sapi yang menarik joki Pacu Jawi menghasilkan perubahan posisi terhadap posisi awal.
- b). Kecepatan yang dihasilkan oleh sepasang sapi yang menarik joki mengalami penambahan pada selang waktu tertentu.
- c). Terdapat perubahan percepatan yang mempengaruhi kecepatan sepasang sapi Pacu Jawi.

Dari abstraksi diatas, penulis akan meninjau secara runtut analisis yang akan ditunjukkan kepada pembaca dengan memperhatikan notasi atau simbol yang akan ditetapkan pada pembahasan mengenai Pacu Jawi, diantaranya :

- a) Posisi sepasang sapi dan joki disimbolkan dengan “ s ”
- b) Kecepatan sepasang sapi disimbolkan dengan “ v ”
- c) Waktu tempuh sepasang sapi disimbolkan dengan “ t ”
- d) Percepatan sepasang sapi disimbolkan dengan “ a ”

Perhatikan ilustrasi 1.1 dibawah ini.



Berdasarkan ilustrasi 1.1, diinformasikan bahwa :

- Pada awalnya, sepasang sapi dan joki berada pada posisi *start*. Di posisi tersebut sepasang sapi dan joki dalam keadaan diam. Maka, v_0 menyatakan kecepatan awal joki dan sepasang sapi. ($v_0 = 0 \text{ m/s}$)
- Pada posisi *start*, sepasang sapi dan joki tidak mengalami perpindahan posisi karena dalam keadaan diam. Maka, s_0 menyatakan posisi awal joki dan sepasang sapi. ($s_0 = 0 \text{ m}$)
- Karena pada posisi *start* sepasang sapi dan joki tidak bergerak. Maka, a_0 menyatakan percepatan awal joki dan sepasang sapi. ($a_0 = 0 \text{ m/s}^2$)
- Pada saat *start*, diasumsikan bahwa waktu untuk pelaksanaan Pacu Jawi belum dimulai karena sepasang sapi dan joki dalam keadaan diam. Maka, t_0 menyatakan waktu tempuh awal joki dan sepasang sapi. ($t_0 = 0 \text{ s}$)
- Setelah *start* dimulai maka sepasang sapi yang menarik joki akan bergerak dengan kecepatan tertentu terhadap kecepatan awal. Maka, v_1 menyatakan kecepatan setelah v_0 sedangkan, v_2 menyatakan kecepatan setelah v_1 .
- Setelah *start* dimulai maka sepasang sapi yang menarik joki akan berpindah ke posisi tertentu karena bergerak dengan kecepatan tertentu terhadap posisi awal. Maka, s_1 menyatakan posisi setelah s_0 sedangkan, s_2 menyatakan posisi setelah s_1 .
- Pada saat sepasang sapi bergerak menarik joki, sepasang sapi mengalami perubahan kecepatan dalam waktu tertentu terhadap, akibatnya percepatan sepasang sapi mengalami perubahan terhadap percepatan awal. Maka, a_1

menyatakan percepatan setelah a_0 sedangkan, a_2 menyatakan percepatan setelah a_1 .

- Sepasang sapi yang bergerak menarik joki menjauhi *start*, diasumsikan mengalami perubahan posisi dan kecepatan pada selang waktu tertentu terhadap posisi dan kecepatan awal sebelum *start* dimulai. Maka, t_1 menyatakan waktu tempuh setelah t_0 sedangkan, t_2 menyatakan waktu tempuh setelah t_1 .
- Sepasang sapi yang menarik joki pada saat bergerak menjauhi *start* mengalami perpindahan posisi terhadap posisi awal. Maka, Δs_1 menyatakan besarnya perpindahan dari s_0 ke s_1 sedangkan, Δs_2 menyatakan perpindahan dari s_1 ke s_2 .
- Sepasang sapi yang bergerak menarik joki pada saat menjauhi *start* mengalami perubahan kecepatan terhadap kecepatan awal. Maka, Δv_1 menyatakan perubahan kecepatan dari v_0 ke v_1 sedangkan, Δv_2 menyatakan perubahan kecepatan dari v_1 ke v_2 .
- Perubahan kecepatan yang ditempuh sepasang sapi yang menarik joki pada saat bergerak menjauhi *start* mengakibatkan adanya perubahan percepatan terhadap percepatan awal. Maka, Δa_1 menyatakan perubahan percepatan dari a_0 ke a_1 sedangkan, Δa_2 menyatakan perubahan percepatan dari a_1 ke a_2 .
- Sepasang sapi yang bergerak menarik joki pada saat menjauhi *start* mengalami perubahan waktu tempuh terhadap waktu tempuh awal. Maka, Δt_1 menyatakan perubahan waktu dari t_0 ke t_1 sedangkan, Δt_2 menyatakan perubahan waktu dari t_1 ke t_2 .

Selanjutnya, informasi akan diolah secara analisis dengan menggunakan konsep dan metode pada kalkulus, khususnya penggunaan turunan terhadap gerak pada Pacu Jawi ditinjau bahwa :

Gerak Pacu Jawi dapat ditinjau dengan melibatkan 3 komponen, yaitu jarak/posisi (s), kecepatan (v), dan waktu (t). Ketiga komponen tersebut dinyatakan dalam rumus:

$$s = v \cdot t$$

$$\frac{s}{t} = v \Leftrightarrow \frac{\Delta s}{\Delta t} = v \dots (1)$$

Besarnya kecepatan pada persamaan (1) ditentukan oleh hasil bagi dari jarak terhadap waktu. Perhatikan bahwa perubahan posisi tempuh sepasang sapi jawi terjadi pada selang waktu tertentu, dan waktu tempuh sepasang sapi Pacu Jawi tidak selalu konstan

apabila dihitung pada jangkauan jarak tertentu. Pandang bahwa pertambahan Δs suatu s adalah perubahan dalam s bila sepasang sapi Pacu Jawi bergerak pada selang waktu tertentu. Artinya, sepasang sapi Pacu Jawi bergerak sejauh s pada waktu t . Pertambahan s dapat terjadi pada suatu t tertentu, karena t bersifat relatif. Tinjau bahwa sapi bergerak sejauh s pada tertentu dan menghasilkan Δs terhadap s awal. Sehingga, dapat kita peroleh $s = s_0$ menjadi bentuk lain $s = s_1$ pada jangkauan lintasan sepasang sapi Pacu Jawi. Pandang ilustrasi 1.1, diperoleh bahwa :

$$\Delta s_1 = s_1 - s_0 \Leftrightarrow s = s_0 + \Delta s_1$$

Pernyataan diatas menjelaskan bahwa, apabila terdapat suatu variabel s diberi pertambahan Δs terhadap $s = s_0$ yang berarti s berubah dari $s = s_0$ menjadi

$$s = s_0 + \Delta s$$

Karena s dapat mengalami pertambahan sebesar Δs pada saat t tertentu, maka pertambahan Δs berikutnya mengakibatkan adanya suatu perubahan dari t awal ke t akhir sebesar Δt . Pertambahan Δt suatu t adalah perubahan dalam t bila t membesar atau mengecil dari suatu nilai $t = t_0$ menjadi bentuk lain $t = t_1$ pada jangkauan waktu tempuh sepasang sapi Pacu Jawi pada lintasannya. Pandang ilustrasi 1.1, diperoleh bahwa :

$$\Delta t_1 = t_1 - t_0 \Leftrightarrow t = t_0 + \Delta t_1$$

Pernyataan diatas menjelaskan bahwa, apabila terdapat suatu variabel t diberi pertambahan Δt terhadap $t = t_0$ yang berarti t berubah dari $t = t_0$ menjadi $t = t_0 + \Delta t$. Selanjutnya, akan didefinisikan sebuah fungsi $s = f(t)$ yang merepresentasikan besarnya perubahan posisi yang terjadi pada sepasang sapi Pacu Jawi terhadap waktu yang ditempuh. Kita dapatkan bahwa :

$$s = s_0 + \Delta s$$

$$t = t_0 + \Delta t$$

Pandang fungsi $s = f(t)$, apabila $s = f(t)$ diberi pertambahan sebesar Δt akan menghasilkan persamaan sebagai berikut:

$$s = s_0 + \Delta s$$

$$\Delta s = s - s_0$$

Pandang $t = t_0 + \Delta t \Leftrightarrow \Delta t = t - t_0$, dengan prinsip yang sama, kita dapatkan

$$f(\Delta t) = f(t) - f(t_0)$$

$$f(\Delta t) = f(t_0 + \Delta t) - f(t_0)$$

Karena $f(\Delta t)$ menyatakan fungsi perubahan waktu pada s , maka $f(\Delta t) = \Delta s$.

Sehingga,

$$\Delta s = f(t_0 + \Delta t) - f(t_0) \quad \dots (2)$$

Pandang persamaan (2), dapat diperoleh suatu bentuk hasil bagi terhadap Δt , yaitu :

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\text{Perubahan pada } s}{\text{Perubahan pada } t} = v$$

yang disebut sebagai kecepatan perubahan rata-rata dari fungsi pada selang antara $t = t_0$ dan $t = t_0 + \Delta t$. Turunan suatu fungsi $s = f(t)$ terhadap t pada saat $t = t_0$ didefinisikan sebagai :

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{f(t_0 + \Delta t) - f(t_0)}{\Delta t}$$

Dengan syarat, limit pada persamaan diatas ada. Limit pada persamaan diatas disebut sebagai kecepatan perubahan pada joki dan sepasang sapi Pacu Jawi dari s terhadap t pada $t = t_0$. Dengan kata lain, besarnya kecepatan (v) yang ditimbulkan dari kekuatan penarikan oleh sepasang sapi terhadap joki Pacu Jawi dapat ditentukan dengan menurunkan fungsi $f(\Delta t) = \Delta s$ terhadap Δt . Sehingga,

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{f(t_0 + \Delta t) - f(t_0)}{\Delta t} \quad \dots (3)$$

Dengan : $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{f(t_0 + \Delta t) - f(t_0)}{\Delta t} = \frac{ds}{dt}$ (notasi bentuk turunan)

Berdasarkan informasi yang ada pada ilustrasi 1.1, untuk menentukan v_1 dan v_2 dapat dilakukan dengan cara :

$$\begin{aligned} v &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{f(t_0 + \Delta t) - f(t_0)}{\Delta t} \\ \Leftrightarrow v_1 &= \lim_{\Delta t_1 \rightarrow 0} \frac{f(t_0 + \Delta t_1) - f(t_0)}{\Delta t_1} \\ \Leftrightarrow v_1 &= \lim_{\Delta t_1 \rightarrow 0} \frac{f(t_0 + (t_1 - t_0)) - f(t_0)}{t_1 - t_0} \\ \Leftrightarrow v_1 &= \lim_{\Delta t_1 \rightarrow 0} \frac{f(t_0 + t_1 - t_0) - f(t_0)}{t_1 - t_0} \\ \Leftrightarrow v_1 &= \lim_{\Delta t_1 \rightarrow 0} \frac{f(t_1) - f(t_0)}{t_1} \\ v_1 &= \lim_{\Delta t_1 \rightarrow 0} \frac{f(t_1) - f(0)}{t_1} \quad \dots (4) \end{aligned}$$

Dan

$$\begin{aligned}
 v_2 &= \lim_{\Delta t_2 \rightarrow 0} \frac{f(t_1 + \Delta t_2) - f(t_1)}{\Delta t_2} \\
 \Leftrightarrow v_2 &= \lim_{\Delta t_2 \rightarrow 0} \frac{f(t_1 + (t_2 - t_1)) - f(t_1)}{t_2 - t_1} \\
 \Leftrightarrow v_2 &= \lim_{\Delta t_2 \rightarrow 0} \frac{f(t_1 + t_2 - t_1) - f(t_1)}{t_2 - t_1} \\
 v_2 &= \lim_{\Delta t_2 \rightarrow 0} \frac{f(t_2) - f(t_1)}{t_2 - t_1} \dots (5)
 \end{aligned}$$

Karena sudah didapatkan limit untuk mencari v , maka besaran percepatan(a) dapat ditentukan dengan menggunakan turunan v terhadap t yang diekspresikan kedalam bentuk limit yang sama untuk menentukan v . Didefinisikan bahwa $v = g(t)$, maka besarnya v ditentukan oleh fungsi g terhadap t . Akibatnya, apabila t diberi pertambahan sebesar Δt akan mempengaruhi besarnya kecepatan v yang ditempuh oleh sepasang sapi Pacu Jawi pada fungsi g , sehingga diperoleh Δv sebagai perubahan kecepatan terhadap t . Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa pertambahan Δv suatu v adalah perubahan dalam v bila v membesar atau mengecil dari suatu nilai $v = v_0$ menjadi bentuk lain $v = v_1$ pada jangkauannya.

Pandang ilustrasi 1.1, diperoleh bahwa :

$$\Delta v_1 = v_1 - v_0 \Leftrightarrow v_1 = v_0 + \Delta v_1$$

Pernyataan diatas menjelaskan bahwa, apabila terdapat suatu variabel v diberi pertambahan Δv terhadap $v = v_0$ yang berarti v berubah dari $v = v_0$ menjadi

$$v = v_0 + \Delta v$$

Pandang fungsi $v = g(t)$, apabila $v = g(t)$ diberi pertambahan sebesar Δv akan menghasilkan persamaan sebagai berikut:

Ingat bahwa pertambahan v dapat diperoleh dengan membagi s dengan t , artinya waktu berperan sebagai parameter pembagi jarak yang ditempuh. Karena v bergantung pada nilai $g(t)$, dan t bersifat relatif sehingga dapat kita bawa kembali persamaan

$$t = t_0 + \Delta t$$

$$\Delta t = t - t_0$$

Selanjutnya, pandang bahwa $v = v_0 + \Delta v \Leftrightarrow \Delta v = v - v_0$, dengan prinsip yang sama, kita dapatkan :

$$g(\Delta t) = g(t) - g(t_0)$$

$$g(\Delta t) = g(t_0 + \Delta t) - g(t_0)$$

Karena $g(\Delta t)$ menyatakan fungsi perubahan waktu pada v , maka $g(\Delta t) = \Delta v$.

Didapatkan bahwa :

$$\Delta v = g(t_0 + \Delta t) - g(t_0) \quad \dots (6)$$

Pandang persamaan (6), dapat diperoleh suatu bentuk hasil bagi terhadap Δt , yaitu :

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\text{Perubahan pada } v}{\text{Perubahan pada } t} = a$$

Karena percepatan dihitung berdasarkan perubahan kecepatan dibagi perubahan waktu tempuh. Persamaan diatas disebut sebagai percepatan perubahan rata-rata dari fungsi g pada selang antara $t = t_0$ dan $t = t_0 + \Delta t$. Turunan suatu fungsi $v = g(t)$ terhadap t pada saat $t = t_0$ didefinisikan sebagai :

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{g(t_0 + \Delta t) - g(t_0)}{\Delta t} \quad \dots (7)$$

Dengan : $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{g(t_0 + \Delta t) - g(t_0)}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$ (notasi bentuk turunan)

$$\begin{aligned} a_1 &= \lim_{\Delta t_1 \rightarrow 0} \frac{g(t_0 + \Delta t_1) - g(t_0)}{\Delta t_1} \\ \Leftrightarrow a_1 &= \lim_{\Delta t_1 \rightarrow 0} \frac{g(t_0 + (t_1 - t_0)) - g(t_0)}{t_1 - t_0} \\ \Leftrightarrow a_1 &= \lim_{\Delta t_1 \rightarrow 0} \frac{g(t_0 + t_1 - t_0) - g(t_0)}{t_1 - t_0} \\ \Leftrightarrow a_1 &= \lim_{\Delta t_1 \rightarrow 0} \frac{g(t_1) - g(t_0)}{t_1 - t_0} \\ a_1 &= \lim_{\Delta t_1 \rightarrow 0} \frac{g(t_1) - g(0)}{t_1} \quad \dots (8) \end{aligned}$$

Dan

$$\begin{aligned} a_2 &= \lim_{\Delta t_2 \rightarrow 0} \frac{g(t_1 + \Delta t_2) - g(t_1)}{\Delta t_2} \\ \Leftrightarrow a_2 &= \lim_{\Delta t_2 \rightarrow 0} \frac{g(t_1 + (t_2 - t_1)) - g(t_1)}{t_2 - t_1} \\ \Leftrightarrow a_2 &= \lim_{\Delta t_2 \rightarrow 0} \frac{g(t_1 + t_2 - t_1) - g(t_1)}{t_2 - t_1} \\ a_2 &= \lim_{\Delta t_2 \rightarrow 0} \frac{g(t_2) - g(t_1)}{t_2 - t_1} \quad \dots (10) \end{aligned}$$

Telah kita dapatkan persamaan (3) dan (7) untuk mendapatkan besaran kecepatan(v) dan percepatan(a) dari posisi(s). Selanjutnya, akan ditentukan besarnya Δv_1 , Δv_2 , Δa_1 dan Δa_2 menggunakan persamaan (4), (5), (8), dan (10) diatas.

Akan ditentukan nilai dari Δv_1 , didapatkan bahwa :

$$\Delta v_1 = v_1 - v_0$$

dengan $v_0 = 0 \text{ m/s}$

Jelas bahwa,

$$\Delta v_1 = v_1 - 0$$

$$\Delta v_1 = v_1$$

$$\Delta v_1 = \lim_{\Delta t_1 \rightarrow 0} \frac{f(t_1) - f(0)}{t_1}$$

Akan ditentukan nilai dari Δv_2 , didapatkan bahwa :

$$\Delta v_2 = v_2 - v_1$$

$$\Delta v_2 = \lim_{\Delta t_2 \rightarrow 0} \frac{f(t_2) - f(t_1)}{t_2 - t_1} - \lim_{\Delta t_1 \rightarrow 0} \frac{f(t_1) - f(0)}{t_1}$$

Akan ditentukan nilai dari Δa_1 , didapatkan bahwa :

$$\Delta a_1 = a_1 - a_0$$

dengan $a_0 = 0 \text{ m/s}^2$

Jelas bahwa,

$$\Delta a_1 = a_1 - 0$$

$$\Delta a_1 = a_1$$

$$\Delta a_1 = \lim_{\Delta t_1 \rightarrow 0} \frac{g(t_1) - g(0)}{t_1}$$

Akan ditentukan nilai dari Δa_2 , didapatkan bahwa :

$$\Delta a_2 = a_2 - a_1$$

$$\Delta a_2 = \lim_{\Delta t_2 \rightarrow 0} \frac{g(t_2) - g(t_1)}{t_2 - t_1} - \lim_{\Delta t_1 \rightarrow 0} \frac{g(t_1) - g(0)}{t_1}$$

Formulasi rumus dari hasil analisis dengan menggunakan kalkulus terhadap gerak Pacu Jawi tersebut menunjukkan bahwa budaya di Indonesia dapat menjadi pusat pembelajaran Matematika. Menurut Udin S. Winataputra, dkk (2012) pembelajaran berbasis budaya merupakan suatu strategi penciptaan lingkungan belajar dan perencanaan pengalaman belajar yang mengintegrasikan budaya sebagai bagian dari

proses pembelajaran. Peran budaya sebagai media pembelajaran dapat memberikan pengalaman mengaplikasikan pengetahuan yang lebih mendalam. Dengan demikian, pembelajaran yang dilaksanakan lebih maknawi.

Hiebert & Carpenter (1992) menambahkan bahwa pengajaran matematika di sekolah dan matematika yang ditemukan anak dalam kehidupan sehari-hari sangat berbeda. Hal tersebut tentu memotivasi adanya perubahan pembelajaran matematika di sekolah. Dengan menggunakan budaya lokal, diharapkan mampu berperan sebagai media pembelajaran Matematika yang dapat memberikan pengalaman belajar lebih baik. Oleh sebab itu, pembelajaran matematika perlu memberikan muatan yang menjembatani antara matematika dalam dunia sehari-hari yang berbasis pada budaya lokal dengan matematika sekolah.

Menurut Bishop (1994b), matematika merupakan suatu bentuk budaya. Matematika sebagai bentuk budaya, sesungguhnya telah terintegrasi pada seluruh aspek kehidupan masyarakat dimanapun berada. Budaya akan mempengaruhi perilaku individu dan mempunyai peran yang besar pada perkembangan pemahaman individual, termasuk pembelajaran matematika (Bishop, 1991). Pernyataan tersebut mengindikasikan bahwa keragaman budaya di Indonesia dapat menjadi sumber belajar matematika. Dengan kata lain, budaya di Indonesia dapat menjadi media pengembangan Etnomatematika di Indonesia.

Manfaat dari analisis terhadap gerak Pacu Jawi menggunakan Kalkulus tersebut adalah memberikan pemahaman terhadap pembaca terkait penggunaan Kalkulus khususnya Limit dan Turunan secara fundamental terhadap budaya Pacu Jawi di Indonesia.

Penjelasan yang disampaikan penulis tersebut, diharapkan dapat memotivasi peneliti-peneliti khususnya dengan keahlian Matematika untuk mengembangkan Etnomatematika secara lebih jauh yang berkaitan dengan budaya di Indonesia.

Kesimpulan

Gerak yang dilakukan oleh sepasang sapi Pacu Jawi dapat menghasilkan perubahan dari posisi awal sapi ke posisi akhir sapi, hal itu dipengaruhi oleh gerakan sapi yang menghasilkan kecepatan. Karena kecepatan sepasang sapi tersebut relatif terhadap waktu. Akibatnya pada posisi tertentu sapi mengalami pertambahan kecepatan dan pertambahan waktu selama bergerak sepanjang lintasan Pacu Jawi. Dengan

menggunakan konsep dan metode pada kalkulus khususnya limit dan turunan, didapatkan rumus untuk menentukan nilai pertambahan posisi(Δs), kecepatan(v), pertambahan kecepatan(Δv), percepatan(a), dan pertambahan percepatan(Δa). Analisis tersebut dapat dilakukan karena adanya informasi cukup yang dibutuhkan pada kasus Pacu Jawi yang ditinjau.

Daftar Pustaka

- Suzanti, Purnama. "Daya tarik Pacu Jawi sebagai atraksi wisata budaya di Kabupaten Tanah Datar." *Jurnal Nasional Pariwisata* 6.1 (2014): 1-7.
- Suroso, Suroso. "PENERAPAN DIFERENSIASI SUATU FUNGSI UNTUK MENGHITUNG KECEPATAN GERAK BENDA." *Bangun Rekaprima: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa, Sosial dan Humaniora* 6.2, Oktober (2020): 54-60.
- Kurniawan, Ravivo. "Pacu Jawi di Kabupaten Tanah Datar." *Sporta Sainatika* 4.2 (2019): 16-26.
- Hidayat, Rizki. "Konstruksi Makna Dalam Upacara Adat Tradisi Pacu Jawi Sebagai Kearifan Lokal Kabupaten Tanah Datar Propinsi Sumatera Barat." (2014).
- Abdullah, Ahmad Anis. "Peran guru dalam mentransformasi pembelajaran Matematika berbasis budaya." *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika*. 2016.
- Rachmawati, Inda. "Eksplorasi etnomatematika masyarakat Sidoarjo." *Ejournal Unnes* 1.1 (2012): 1-8.
- Wahyuni, Astri, Ayu Aji Wedaring Tias, and Budiman Sani. "Peran etnomatematika dalam membangun karakter bangsa." *Makalah Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika, Prosiding, Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY, Yogyakarta: UNY*. 2013.
- Fajriyah, Euis. "Peran etnomatematika terkait konsep matematika dalam mendukung literasi." *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*. Vol. 1. 2018.
- Mahendra, I. Wayan Eka. "Project based learning bermuatan etnomatematika dalam pembelajar matematika." *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)* 6.1 (2017): 106-114.
- Marsigit, Marsigit, Dafid Slamet Setiana, and Sylviyani Hardiarti. "Pengembangan pembelajaran matematika berbasis etnomatematika." *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika Etnomatnesia*. 2018.