Sebatik Vol. 27 No. 1 Juni 2023
Mahardika, D. (2023) “Membuat Desain Pola Batik Matematika Menggunakan Rumus Fungsi Implisit Trigonometri dalam Bidang *Kartesius*”, Sebatik, 27(1).
ISSN: 1410-3737(p) 2621-069X(e)

Submitted: 2023-03-15 Accepted: 2023-05-01 Published: 2023-06-06
DOI:10.46984/sebatik.v27i1.2219

MEMBUAT DESAIN POLA BATIK MATEMATIKA MENGGUNAKAN RUMUS FUNGSI IMPLISIT TRIGONOMETRI DALAM BIDANG *KARTESIUS*

Dhimas Mahardika

Matematika Terapan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto No.13, Tembalang, Kec. Tembalang, Semarang, 50275
E-mail: dhimasmahardika@student.undip.ac.id

ABSTRAK

Menggambar rumus persamaan fungsi merupakan sesuatu hal yang bisa menghubungkan antara dunia matematika dan seni, tetapi sebelum adanya program kalkulator grafik hal tersebut susah untuk dilakukan, dengan perkembangan teknologi saat ini terdapat suatu software atau program kalkulator grafik *online* yang bisa membantu dalam memvisualisasikan gambar grafik dari rumus persamaan fungsi dengan cepat dan penggunaannya sangat *user friendly*. Hal ini sangat berguna untuk memvisualisasikan rumus-rumus persamaan fungsi dengan mudah dan efisien. Suatu rumus persamaan fungsi pada umumnya menghasilkan suatu gambar yang berbentuk kurva atau grafik dalam bidang *Kartesius*, kurva atau grafik tersebut bisanya bertujuan untuk mendeskripsikan sifat-sifat dari persamaan fungsinya. Rumus-rumus persamaan fungsi yang dibahas dalam artikel ini difokuskan pada rumus persamaan fungsi Implisit Trigonometri. Penulis memilih untuk membahas rumus persamaan fungsi Implisit Trigonometri karena rumus tersebut dapat menghasilkan suatu gambar grafik atau kurva yang mempunyai pola seperti Batik yang dinamakan Batik Matematika. Tujuan penulisan ini adalah untuk mengenalkan kepada masyarakat luas bahwa dengan rumus matematika dapat menghasilkan karya seni yang unik dan menarik lewat penggunaan rumus-rumus persamaan fungsi Implisit Trigonometri. Metode yang digunakan adalah memvisualisasikan grafik dari rumus-rumus persamaan fungsi Implisit Trigonometri tersebut menggunakan program kalkulator grafik *online Desmos*, dan dari *software* tersebut maka kemudian dapat ditampilkan gambar grafik atau kurvanya. Adapun hasil yang kami dapatkan yaitu berbagai macam pola yang unik dan menarik dan penulis menamakannya sebagai pola Batik Matematika. Selanjutnya pembelajaran tentang *software* kalkulator grafik *online Desmos* ini diperlukan agar semakin optimal dalam memanfaatkan dan mengintegrasikan teknologi untuk mendalami matematika tingkat lanjut.

Kata Kunci: *Kalkulator grafik, Fungsi implicit, Trigonometri, Bidang kartesius, Batik matematika.*

1. PENDAHULUAN

Penggunan rumus persamaan fungsi dalam bidang Kartesius dapat menghasilkan suatu gambar yang berbentuk kurva atau grafik, sebagai contoh fungsi persamaan y=x akan menghasilkan garis lurus yang mempunyai kemiringan empat puluh lima derajat dalam bidang Kartesius, kemudian fungsi y=sin(x) akan menghsilkan kurva atau grafik berbentuk gelombang. Rumus-rumus persamaan fungsi tersebut pada umumnya dapat digambar dalam bidang Kartesius (Stewart, 2020). Dalam dunia Matematika gambar grafik atau kurva suatu rumus persamaan fungsi biasanya dipakai untuk melihat suatu karakter pemodelan dari rumus tersebut, dengan melihat gambar kurvanya maka dapat berguna untuk misalnya memprediksi suatu keadaan di masa akan datang, sebagai contoh grafik pemodelan harga saham, di dalam grafik tersebut maka seseorang dapat memprediksi berapakah nilai harga saham untuk runtun waktu tertentu misalnya dalam bulan (Aina, 2022). Contoh berikutnya suatu rumus persamaan fungsi Persamaan *Differential* Biasa atau *Ordinary Differential Equation* (ODE), penggunaan rumus ini dalam dunia matematika biasanya digunakan untuk membuat pemodelan penyakit menuar seperti Covid-19. Gambar grafik atau kurva dari rumus ODE ini berguna untuk memprediksi suatu keadaan dinamka penularan penyakit dalam kurun waktu tertentu (Mahardika, 2020).

Artikel ini ingin membuat suatu rumus-rumus persamaan fungsi dimana hasil grafik atau kurvanya dalam bidang Kartesius digunakan untuk membuat tampilan sebuah pola unik dan menarik yang saya namakan pola Batik Matematika. Penulis bermaksud mengeksplorasi rumus-rumus persamaan fungsi tertentu yang dapat menghasilkan suatu pola gambar tertentu yang dapat menghasilkan pola Batik Matematika. Di dalam dunia pembuatan *Ethnic Pattern* seperti Batik Matematika pada dasarnya sudah ada beberapa paper yang sudah mengulasnya seperti misalnya membuat pola Batik dengan rumus fractal *Koch Snowflake* (Febrianti,2022), membuat pola Batik dengan rumus fractal *Julia Set Function* (Isnanto,2020), dan membuat pola Ethnic Pattren menggunakan rumus *Neural Network* (Hu, 2021). Pada intinya cara yang digunakan untuk menghasilkan pola *Ethinc Pattern* yang termasuk di dalamnya adalah Batik tersebut ada berbagai macam cara dan metode seperti yang sudah disebutkan.

Dalam paper ini penulis mengemukakan suatu metode lain dalam menggambar pola Batik dengan cara membuat suatu bentuk persamaan fungsi rumus Implisit Trigonometri yang grafik atau kurva dari rumus persamaan Implisit Trigonometri tersebut membentuk suatu pola unik dan menarik yang disebut sebagai pola Batik Matematika. Untuk menghasilkan gambar pola Batik Matematika tersebut jika digambar secara manual sangatlah sulit dan menyita waktu yang cukup lama, disini penulis menggunakan bantuan *software* kalkulator grafik *online* bernama Desmos untuk memvisualisasikan grafik atau kurva dari rumus persamaan fungsi Implisit Trigonometri tersebut. Program atau *software* kalkulator grafik ini merupakan software online yang bisa diakses secara gratis di internet dengan membuka alamat situsnya di https://www.desmos.com/calculator. Selain Desmos software kalkulator grafik lainnya yang beredar di internet adalah Geogebra, dimana software Geogebra ini juga dipakai untuk memvisualisasikan grafik persamaan fungsi dalam bidang Kartesius (Yaremenko,2019). Contoh *software* lainnya adalah *software Maple*, *software Maple* ini bukan merupakan *software online* melainkan harus diinstal di komputer terlebih dahulu untuk menjalankan programnya (Corless,2021).

Disini saya sebagai penulis memilih menggunakan software Desmos karena mudah dan cepat dalam pengoperasiannya, sehingga untuk memasukkan rumus persamaan fungsi sampai memunculkan gambar grafiknya dapat dilakukan secara cepat dan akurat, selain itu software Desmos ini dalam penggunaannya sangat *user friendly* yang artinya instruksi dan perintah pengoperasian di dalam *software* tersebut sangat mudah untuk dipahami. *Software Desmos* ini sudah banyak digunakan untuk belajar matematika mulai dari tingkat sekolah SMA sampai perguruan tinggi(Adella, 2022). *Software Desmos* ini bahkan juga dapat dimanfaatkan untuk menampilkan karya seni gambar dengan memasukkan berbagai macam rumus matematika di dalamnya (Vayenou, 2022). Perlu saya tambahkan juga bahwa *software Desmos* ini selain dapat diakses menggunakan komputer jenis desktop dan laptop juga dapat diakses dan dioperasikan menggunakan *handphone android*.

Metode yang dibuat penulis dalam membuat pola Batik Matematika adalah dengan menciptakan rumus-rumus persamaan fungsi Implisit Trigonometri dimana rumus-rumus tersebut dibuat dengan memodifikasi dari bentuk persamaan fungsi Implisit Trigonometri yang sederhana. Bentuk modifikasinya adalah dengan menambahkan variasi pada variabel dan parameternya dari rumus sederhana tersebut menjadi lebih kompleks, dimana rumus-rumus hasil modifikasi tersebut menampilkan gambar grafik atau kurva yang membentuk pola Batik Matematika.

Dengan adanya penemuan rumus-rumus dari fungsi Implisit Trigonometri tersebut, penulis ingin mengubah sudut pandang bahwa rumus Matematika dapat menciptakan suatu bentuk karya seni gambar yang menarik. Kebaharuan atau *novelty* dari penulisan artikel ini adalah sebuah metode lain yang diterapkan penulis yaitu metode membuat pola Batik Matematika menggunakan rumus persamaan fungsi Implisit Trigonometri.

2. RUANG LINGKUP

Cakupan permasalahan yang saya kemukakan dalam paper ini adalah tentang grafik persamaan fungsi dan *software* atau program kalkulator grafik online Desmos Penelitian ini saya batasi pada pembahasan tentang bentuk rumus fungsi implisit. Hasil yang didapatkan pada penelitian paper ini berupa grafik atau kurva dari rumus persamaan fungsi implisit trigonometri yang membentuk pola Batik Matematika yang unik dan menarik.

3. BAHAN DAN METODE

Dalam bab ini dijabarkan beberapa landasan teori yang mendasarinya sehingga saya sebagai penulis dapat menciptaan karya seni Batik Matematika menggunakan rumus fungsi Implisit Trigonometri. Berikut ini beberapa landasan teorinya adalah:

3.1 Sistem Koordinat Kartesius

Sistem koordinat kartesius adalah sistem koordinat yang menetapkan setiap titik secara unik dalam bidang dengan serangkaian koordinat numerik, yang merupakan jarak yang bertanda titik dari dua garis berorientasi tegak lurus tetap, diukur dalam satuan panjang yang sama.

Setiap garis referensi disebut sumbu koordinat atau hanya sumbu (sumbu jamak) dari sistem, dan titik di mana mereka bertemu adalah asalnya, pada pasangan terurut (0,0). Koordinat juga dapat didefinisikan sebagai posisi proyeksi tegak lurus dari titik ke dua sumbu, yang dinyatakan sebagai jarak yang ditandatangani dari titik asal.

Penemuan koordinat Cartesius pada abad ke-17 oleh René Descartes (Nama Latin: Cartesius) merevolusi matematika dengan menyediakan hubungan sistematis pertama antara geometri *Euclidean* dan aljabar.

Dengan menggunakan sistem koordinat Cartesius, bentuk geometris (seperti kurva) dapat dijelaskan dengan persamaan Cartesius: persamaan aljabar yang melibatkan koordinat titik-titik yang terletak pada bentuk. Misalnya, lingkaran dengan jari-jari tiga, berpusat di titik awal bidang, dapat digambarkan sebagai himpunan semua titik yang koordinat x dan y memenuhi persamaan $x^2+y^2= 3^2$.

Sistem koordinat Cartesius dalam dua dimensi umumnya didefinisikan dengan dua garis sumbu yang saling tegak lurus dan terletak pada satu bidang (bidang x-y). Sumbu horizontal diberi label x dan sumbu vertikal diberi label y. Pada sistem koordinat tiga dimensi ditambahkan sumbu yang lain yang sering diberi label z. Sumbu-sumbu tersebut ortogonal antar satu dengan yang lain (satu sumbu tegak lurus dengan sumbu yang lain).

Titik pertemuan antara kedua sumbu, titik asal, umumnya diberi label (0,0). Setiap sumbu juga mempunyai besaran panjang unit, dan setiap panjang tersebut diberi tanda dan ini membentuk semacam grid. Untuk mendeskripsikan suatu titik tertentu dalam sistem koordinat dua dimensi dinotasikan dalam bentuk (x,y) dimana nilai x disebut absis, lalu diikuti dengan nilai y (ordinat). Format yang dipakai berupa koordinat (x,y) tersebut urutannya tidak boleh dibalik (Nazari,2020).

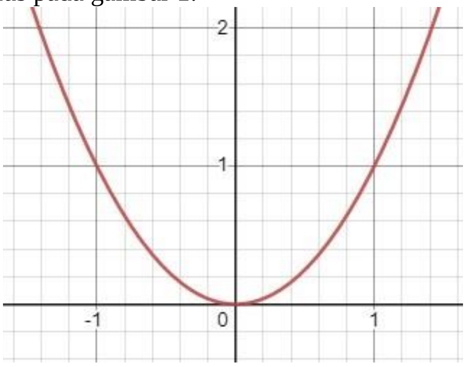
Dengan memahami bagaimana kita membuat grafik fungsi persamaan dalam bidang Kartesius, maka selanjutnya dapat dieksplorasi untuk menggambar grafik yang menarik dan bernilai seni.

3.2 Kurva

Dalam matematika, kurva adalah objek yang mirip dengan garis yang tidak harus lurus (Safier,2019), kurva dalam bidang Kartesius dikelompokkan menjadi beberapa kategori yaitu:

3.2.1 Kurva terbuka

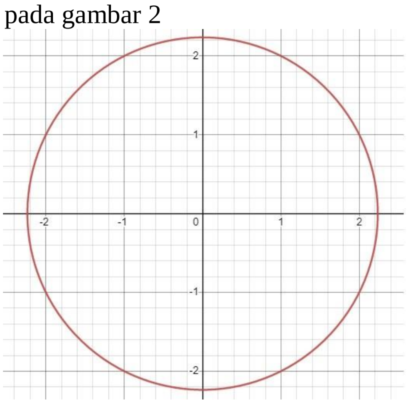
Dalam bidang kartesius. Kurva terbuka adalah kurva yang titik awal dan akhirnya berbeda (Adams,2021). Berikut contoh bentuk Kurva terbuka dalam bidang Kartesius pada gambar 1.



Gambar 1. Kurva terbuka

3.2.2 Kurva Tertutup

Kurva tertutup adalah kurva tanpa titik akhir dan kurva tersebut melingkupi suatu area (Adams,2021). Berikut contoh bentuk Kurva terbuka dalam bidang Kartesius pada gambar 2



Gambar 2. Kurva tertutup

3.2.3 Kurva terbuka tunggal

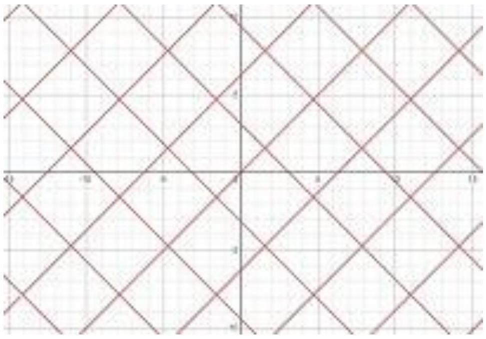
Kurva terbuka tunggal adalah kurva terbuka yang hanya terdiri dari satu kurva saja dalam bidang Kartesius (Rahmani,2021) seperti pada gambar 1.

3.2.4 Kurva tetutup tunggal

Kurva tertutup tunggal adalah kurva tertutup yang hanya terdiri dari satu kurva saja dalam bidang Kartesius (Rahmani,2021) seperti pada gambar 2.

3.2.5 Kurva terbuka majemuk

Kurva terbuka majemuk adalah kurva terbuka yang terdiri dari tak hingga banyaknya kurva terbuka dalam bidang Kartesius untuk satu fungsi persamaan (Polanco,2019) seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Kurva terbuka majemuk

3.2.6 Kurva tertutup majemuk

Kurva tertutup majemuk adalah kurva tertutup yang terdiri dari tak hingga banyaknya kurva tertutup dalam bidang Kartesius untuk satu fungsi persamaan (Polanco,2019). Penjelasan lebih lanjut tentang kurva terbuka majemuk dan tertutup majemuk ada pada subbab 3.7.

3.3 Fungsi Explicit

Fungsi Eksplisit, yaitu fungsi yang antara variabel bebas dan variabel tak bebasnya terpisah pada ruas yang berbeda (Akbar,2021). Sebagai contoh fungsi $f(x)=y=x^2+5x+2$. Fungsi Eksplisit tersebut menghasilkan grafik fungsi kuadrat yang berbentuk kurva terbuka tunggal.

3.4 Fungsi Implicit

Fungsi Implisit, yaitu fungsi yang variabel bebas dan variabel tak bebas bercampur dalam satu ruas dan tidak dapat dipisahkan pada ruas yang berbeda. Fungsi Implisit ini dapat menghasilkan grafik yang berbentuk kurva terbuka tunggal, kurva tertutup tunggal, kurva terbuka majemuk dan kurva tertutup majemuk (Alcazar,2021). Sebagai contoh fungsi $x^2+y^2=5$ menghasilkan grafik yang berbentuk lingkaran yang merupakan kurva tertutup tunggal.

Fokus artikel ini yaitu untuk membahas tentang fungsi Implisit yang menghasilkan grafik berbentuk kurva terbuka majemuk dan kurva tertutup majemuk karena kurva-kurva tersebut mempunyai pola membentuk Batik Matematika.

3.5 Fungsi Implicit Trigonometri

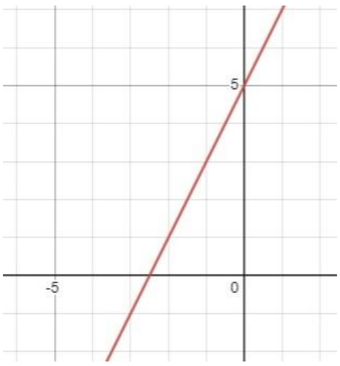
Untuk menghasilkan kurva terbuka majemuk dan kurva tertutup majemuk maka dimasukkan bentuk fungsi trigonometri ke dalam fungsi Implisit sehingga disebut fungsi Implisit Trigonometri (Pereyra,2022). Contoh bentuk fungsi persamaan implisit trigonometri misalnya sin(x)=sin(y) dan $\sqrt{\sin(x)}+\sqrt{\sin(y)}=1.5$. Fungsi Implisit Trigonometri tersebut yang menghasilkan kurva terbuka majemuk dan kurva tertutup majemuk ini dibahas lebih lanjut pada subbab 3.7.

3.6 Program Kalkulator Grafik Online Desmos

Software Kalkulator grafik *online Desmos* merupakan *software* online yang berfungsi untuk menampilkan grafik dari fungsi persamaan. Selain membuat grafik persamaan dan pertidaksamaan, software ini juga menampilkan daftar, plot, regresi, variabel interaktif, pembatasan grafik, grafik simultan, grafik fungsi piecewise, grafik fungsi kutub, dua jenis kisi grafik di antara fitur komputasi lainnya yang umum ditemukan dalam kalkulator yang dapat diprogram. *Software online desmos* dapat diakses secara gratis dan alamat websitenya adalah https://www.desmos.com/calculator (Bastos,2022).

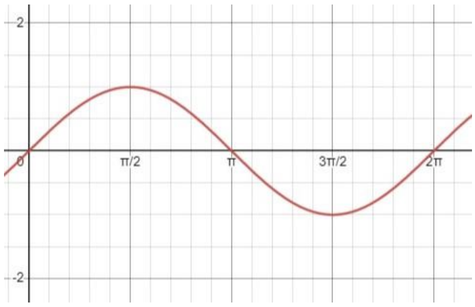
3.7 Penjabaran Rumus Fungsi Implicit Trigonometri

Untuk membuat Pola gambar Batik modern dari fungsi implisit trigonometri kita perlu mengeksplorasi bagaimana suatu fungsi persamaan digambar dalam bidang *Kartesius*. Perlu diketahui bahwa di dalam bidang *Kartesius* mempunyai dua sumbu yaitu sumbu horizontal atau sumbu x dan sumbu vertikal atau sumbu y. Gabungan titik dari kedua sumbu itu akan membentuk suatu koordinat titik, misalnya koordinat di titik x=m dan titk y=n, maka dari kedua titik tadi dapat kita gambar sebuah titik A dengan notasi A(m, n), dengan m dan n adalah bilangan real. Jika kita mengambil contoh sebuah fungsi eksplisit y=2x+5, maka dari fungsi tersebut akan menghasilkan tak hingga banyaknya titik koordinat x dan y sehingga membentuk satu garis linier yang merupakan kurva terbuka tunggal seperti pada gambar 4



Gambar 4. Kurva (grafik) fungsi persamaan y=2x+5

Kemudian jika kita ambil contoh fungsi eksplisit trigonometri y=sin(x) maka dari fungsi tersebut juga menghasilkan satu kurva terbuka tunggal seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Kurva (grafik) fungsi persamaan y=sin(x)

3.7.1 Kurva Terbuka Majemuk

Selanjutnya fungsi sin(y)=sin(x) menghasilkan kurva terbuka majemuk, berikut ini dijabarkan solusi dari x dan y sehingga fungsi sin(y)=sin(x) menghasilkan gambar kurva terbuka majemuk menggunakan rumus *Product-to-sum Identities* atau *Prosthaphaeresis* (Bock,2022).

Definisikan:

$$\sin(x)=\sin(y) \tag{1}$$

kemudian:

$$\sin(x)-\sin(y)=0 \tag{2}$$

$$2\cos\left(\frac{x+y}{2}\right)\sin\left(\frac{x-y}{2}\right)=0 \tag{3}$$

Sehingga:

$$\cos\left(\frac{x+y}{2}\right)=0 \;\vee \sin\left(\frac{x-y}{2}\right)=0 \tag{4}$$

Untuk $\cos\left(\frac{x+y}{2}\right)=0$, maka $\left(\frac{x+y}{2}\right)=\frac{\pi}{2}(2n+1)$,

sehingga $x+y=\pi(2n+1)$; jadi solusi untuk x dan y:

$$x=\pi(2n+1)-y \;\vee\; y=\pi(2n+1)-x \tag{5}$$

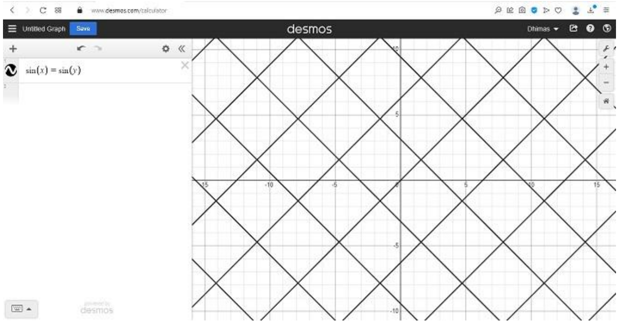
Untuk $\sin\left(\frac{x-y}{2}\right)=0$, maka $\left(\frac{x-y}{2}\right)=n\pi$

sehingga $x-y=2n\pi$; jadi solusi untuk x dan y:

$$x=2n\pi+y \;\vee\; y=x-2n\pi \tag{6}$$

Untuk $n \in Integer$

Pada persamaan (5) dan (6) dengan adanya variable n inilah yang membuat kurva (grafik) dari fungsi $\sin(x)=\sin(y)$ menjadi garis linear yang tak terhingga banyaknya yang membentuk kurva majemuk terbuka seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Kurva (grafik) fungsi persamaan sin(x)=sin(y)

3.7.2 Kurva Tertutup Majemuk

Selanjutnya fungsi $\sqrt{\sin(x)}+\sqrt{\sin(y)}=1.5$ menghasilkan kurva majemuk tertutup, berikut dijabarkan solusi dari x dan y sehingga fungsi $\sqrt{\sin(x)}+\sqrt{\sin(y)}=1.5$ menghasilkan gambar kurva majemuk tertutup menggunakan rumus arcsin (Stewart,2020)

Definisikan:

$$\sqrt{\sin(x)}+\sqrt{\sin(y)}=1.5 \tag{7}$$

Kemudian

$$\sqrt{\sin(x)}=1.5-\sqrt{\sin(y)} \tag{8}$$

$$\sin(x)=\left(1.5-\sqrt{\sin(y)}\right)^2 \tag{9}$$

maka solusi untuk x:

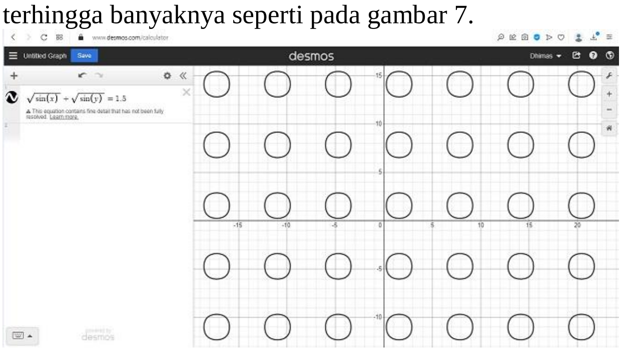
$$x=\arcsin\left(\left(1.5-\sqrt{\sin(y)}\right)^2\right)+2n\pi \tag{10}$$

Dan solusi untuk y:

$$y=\arcsin\left(\left(1.5-\sqrt{\sin(x)}\right)^2\right)+2n\pi \tag{11}$$

Untuk n elemen bilangan bulat.

Pada persamaan (10) dan (11) dengan adanya variabel n inilah yang membuat kurva (grafik) dari fungsi $\sqrt{\sin(x)}+\sqrt{\sin(y)}=1.5$ menjadi kurva tertutup yang tak terhingga banyaknya seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Kurva (grafik) fungsi persamaan $\sqrt{\sin(x)}+\sqrt{\sin(y)}=1.5$.

Untuk menggambar kurva (grafik) tersebut tidaklah sederhana dan menyita banyak waktu jika dilakukan secara manual. Sehingga dibutuhkan software komputer untuk mempercepat proses perhitungan dan iterasi koordinat titik-titik untuk menghasilkan gambar kurva (grafik). Untuk mempermudah hal tersebut kami menggunakan *software* kalkulator grafik online Desmos untuk menjalankan operasi perhitungan dan iterasi sehingga bisa menampilkan gambar kurva (grafik) secara lebih cepat dan jelas.

4. PEMBAHASAN

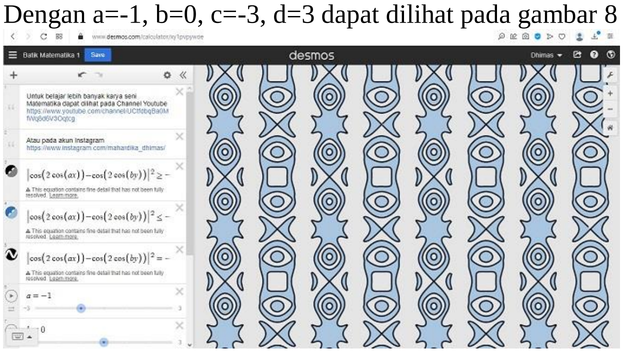
Dari dasar pengetahuan akan fungsi Implisit Trigonometri inilah kami selanjutnya mengeksplorasi fungsi tersebut dan menciptakan rumus-rumus fungsi persamaan Implisit Trigonometri yang lebih kompleks dengan memodifikasi variabel dan parameter dari persamaan $\sin(x)=\sin(y)$ menjadi bentuk persamaan yang lebih kompleks sehingga menghasilkan kurva (grafik) yang membentuk pola desain Batik Matematika yang unik dan beragam.

Berikut ini kami tampilkan hasil modifikasi dari rumus $\sin(x)=\sin(y)$ sehingga menghasilkan kurva (grafik) pola desain Batik Matematika yang dijalankan dengan software kalkulator grafik *online Desmos*.

4.1 Rumus fungsi Implisit Trigonometri 1

$$\left|\cos(2\cos(ax)-\cos(2\cos(by))\right|^2 \le -\sin\left(\cos(cx)+\cos(dy)-\left|3\cos^2(x)-3\cos^2(x)\right|^2\right) \tag{12}$$

Dengan a=-1, b=0, c=-3, d=3 dapat dilihat pada gambar 8



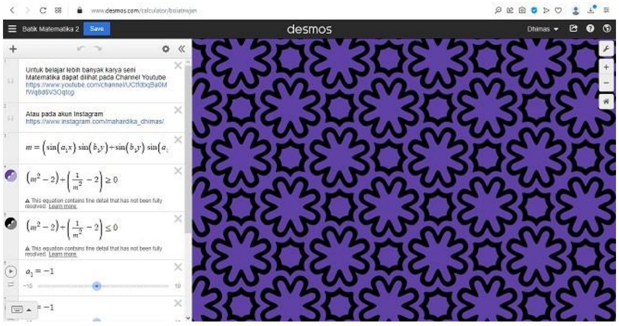
Gambar 8. Batik Matematika 1

4.2 Rumus fungsi Implisit Trigonometri 2

$$\left(m^2-2\right)+\left(m^{-2}-2\right)\le 0,$$

$$m=\begin{pmatrix}2\sin(a_1x)\sin(b_1y)+\\ \left|\cos(d_1x)\cos(c_1y)-\cos(c_1x)\cos(d_1y)\right|\end{pmatrix}^2 \tag{13}$$

Dengan a_1=-1, b_1=-1, c_1=-1, d_1=-3 dapat dilihat pada gambar 9

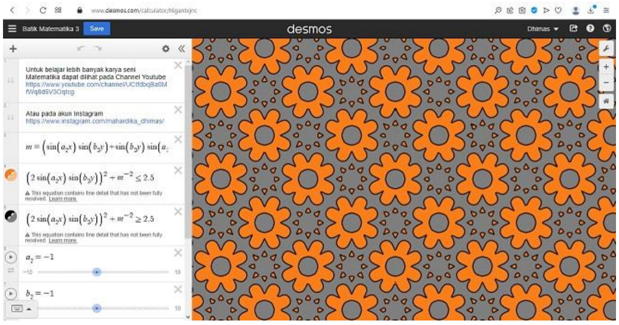


Gambar 9. Batik Matematika 2

4.3 Rumus fungsi Implisit Trigonometri 3

$$(2\sin(a_2x)\sin(b_2y))^2 + m^{-2} \le 2.5,$$
$$m = \begin{pmatrix} 2\sin(a_2x)\sin(b_2y)+ \\ |\cos(d_2x)\cos(c_2y) - \cos(c_2x)\cos(d_2y)| \end{pmatrix}^2 \tag{14}$$

Dengan a_2=-1, b_2=-1, c_2=-1, d_2=-3 dapat dilihat pada gambar 10

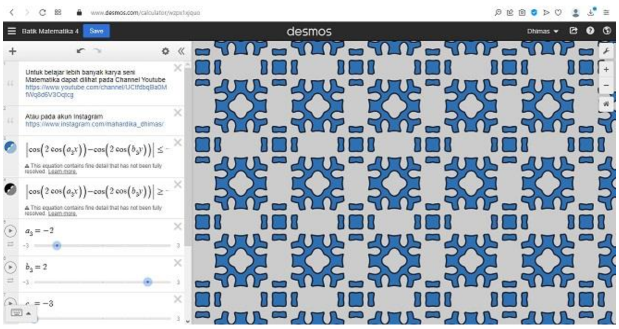


Gambar 10. Batik Matematika 3

4.4 Rumus fungsi Implisit Trigonometri 4

$$\begin{aligned}&|\cos(2\cos(a_3x)) - \cos(2\cos(b_3y))| - \\ &\sin(\cos(c_3x) + \cos(d_3y) - 3|\cos(x) - \cos(y)|)\end{aligned} \tag{15}$$

Dengan a_3=5, b_3=2, c_3=-3, d_3=-3 dapat dilihat pada gambar 11

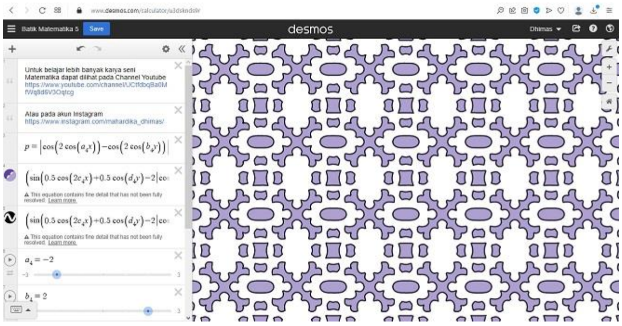


Gambar 11. Batik Matematika 4

4.5 Rumus fungsi Implisit Trigonometri 5

$$\sin(0.5\cos(2c_4x) + 0.5\cos(d_4y) - 2|\cos(x) - \cos(y)|)p \le 0$$
$$\begin{aligned}p = &|\cos(2\cos(a_4x)) - \cos(2\cos(b_4y))| + \\ &\sin(\cos(c_4x) + \cos(d_4y) - 3|\cos(x) - \cos(y)|)\end{aligned} \tag{16}$$

Dengan a_4=-2, b_4=2, c_4=-1, d_4=1 dapat dilihat pada gambar 12

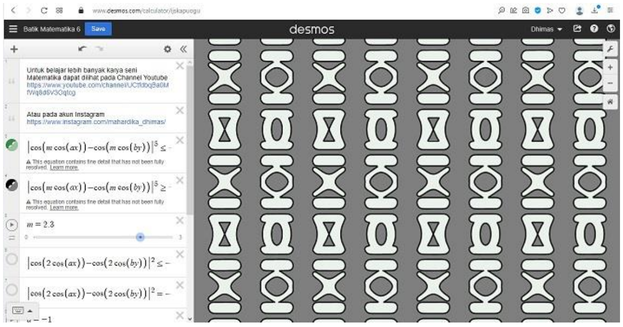


Gambar 12. Batik Matematika 5

4.6 Rumus fungsi Implisit Trigonometri 6

$$\begin{aligned}&|\cos(2.3\cos(a_5x)) - \cos(2.3\cos(b_5y))|^5 \le \\ &-0.8\sin(\cos(c_5x) + \cos(d_5y) - |\cos(3x) - 3\cos(2y)|)\end{aligned} \tag{17}$$

Dengan a_5=-1, b_5=0, c_5=3, d_5=3 dapat dilihat pada gambar 13

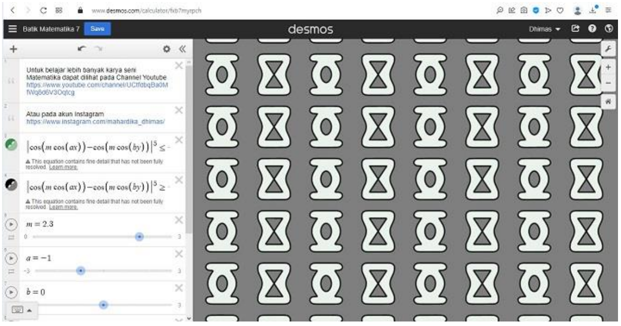


Gambar 13. Batik Matematika 6

4.7 Rumus fungsi Implisit Trigonometri 7

$$\begin{aligned}&|\cos(2.3\cos(a_6x)) - \cos(2.3\cos(b_6y))|^5 \le \\ &-0.8\sin(\cos(c_6x) + \cos(d_6y) - |\cos(3x) - 3\cos(2y)|)\end{aligned} \tag{18}$$

Dengan a_6=-1, b_6=0, c_6=-3, d_6=2 dapat dilihat pada gambar 14



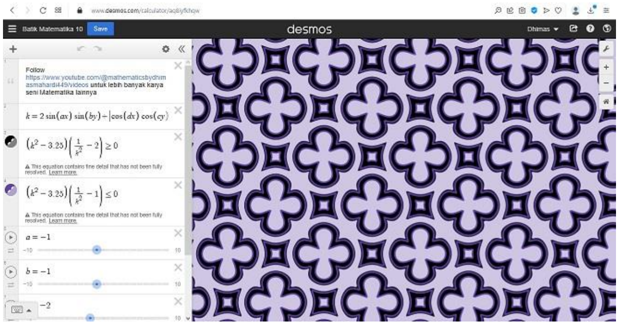
Gambar 14. Batik Matematika 7

4.8 Rumus fungsi Implisit Trigonometri 8

$$\left(k^2 - 3.25\right)\left(k^{-2} - 2\right) \le 0$$
$$k = 2\sin(a_7 x)\sin(b_7 y) + \left|\cos(d_7 x)\cos(c_7 y) - \cos(c_7 x)\cos(d_7 y)\right|$$

(19)

Dengan a_7=-1, b_7=-1, c_7=-2, d_7=0 dapat dilihat pada gambar 15

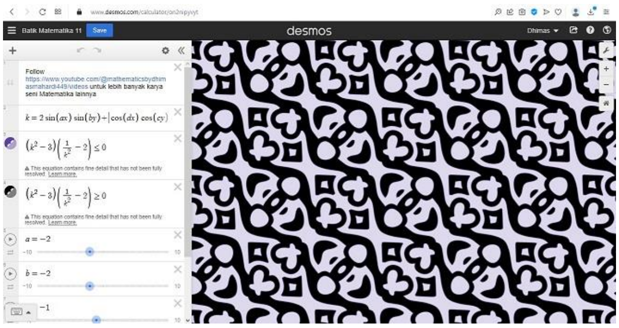


Gambar 15. Batik Matematika 8

4.9 Rumus fungsi Implisit Trigonometri 9

$$\left(k^2 - 3\right)\left(k^{-2} - 2\right) \le 0$$
$$k = 2\sin(a_8 x)\sin(b_8 y) + \left|\cos(d_8 x)\cos(c_8 y) - \cos(c_8 x)\cos(d_8 y)\right| \quad (20)$$

Dengan a_8=-2, b_8=-2, c_8=-1, d_8=-4 dapat dilihat pada gambar 16

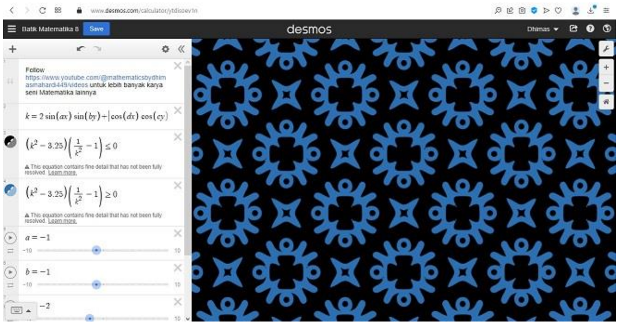


Gambar 16. Batik Matematika 9

4.10 Rumus fungsi Implisit Trigonometri 10

$$\left(k^2 - 3.25\right)\left(k^{-2} - 1\right) \le 0$$
$$k = 2\sin(a_9 x)\sin(b_9 y) + \left|\cos(d_9 x)\cos(c_9 y) - \cos(c_9 x)\cos(d_9 y)\right| \quad (21)$$

Dengan a_8=-1, b_8=-1, c_8=-2, d_8=-4 dapat dilihat pada gambar 17



Gambar 17. Batik Matematika 10

Untuk mendapatkan motif Batik Matematika yang berbeda selain dari pola yang dihasilkan dari rumus pada subbab 4.1 sampai 4.10 adalah dengan mengubah nilai parameter a, b, c dan d pada rumus persamaan tersebut. Di sini dapat dicoba sendiri membuat pola yang lain dengan mengubah nilai dari parameter a, b, c dan d.

5. KESIMPULAN

Mendesain pola Batik Matematika dapat dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus persamaan fungsi Implisit Trigonometri, dimana gambar grafik atau kurva dari rumus Implisit Trigonometri tersebut membentuk pola Batik Matematika yang unik, menarik dan bernilai seni. Melalui metode ini diharapkan untuk melihat sudut pandang yang berbeda tentang ilmu Matematika khususnya bahwa rumus fungsi persamaan Implisit Trigonometri dapat menghasilkan sebuah karya seni gambar, selain itu juga bisa berkontribusi untuk menambah khazanah ilmu pengetahuan Matematika dari sudut pandang seni dan budaya.

6. SARAN

Pembuatan karya seni Batik Matematika tersebut diharapkan dapat membuat semakin banyak orang supaya tertarik untuk belajar ilmu Matematika khususnya tentang Batik Matematika, sehingga dapat memunculkan karya seni yang lain yang lebih menarik dan beragam.

7. DAFTAR PUSTAKA

Adams, R. A., & Essex, C. (2021). Calculus: A complete course. Pearson Education.

Adella AR., A. A. (2022). Pengembangan lembar kerja peserta didik digital berbasis discovery learning berbantuan desmos pada materi trigonometri kelas X. Jurnal Edukasi dan Penelitian Matematika, 11(3). https://doi.org/10.24036/pmat.v11i3.13926.

Aina, M. Q., Hendikawati, P., & Walid, W. (2022). Pemodelan Runtun Waktu Harga Saham Bulanan BBRI.JK dengan Metode MODWT-ARIMA. Unnes Journal of Mathematics, 11(1), 69-79.

Akbar, F., & Abdullah, M. (2021). Derivation of an explicit equation on size dependence of temperature step for cracking of glass materials by considering the crack formation as a polymer gelation process. Journal of Non-Crystalline Solids, 570, 121047. https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2021.121047.

Alcázar, J. G., & Pérez-Díaz, S. (2021). Computing the form of highest degree of the implicit equation of a rational surface. Advances in Applied Mathematics, 123, 102128. https://doi.org/10.1016/j.aam.2020.102128.

Bastos O., N R. (2022). Use of desmos to engage students in calculus. J EDULEARN Proceedings. https://doi.org/10.21125/edulearn.2022.1812.

Bock, D., Donovan, D., & Hockett, S. O. (2022). AP calculus premium, 2022-2023: 12 practice tests + comprehensive review + online practice. Simon & Schuster.

Corless, R. M., Gerhard, J., & Kotsireas, I. S. (2021). Maple in mathematics education and research: 4th maple conference, MC 2020, Waterloo, Ontario, Canada, November 2–6, 2020, revised selected papers. Springer Nature.

Febrianti, T. S., & Afifi, F. C. (2022). Batik Jlamprang with Koch snowflake and Koch anti snowflake fractal geometry using Desmos. Ethnomathematics Journal, 3(1). https://doi.org/10.21831/ej.v3i1.48775.

Hu, T., Xie, Q., Yuan, Q., Lv, J., & Xiong, Q. (2021). Design of ethnic patterns based on shape grammar and artificial neural network. Alexandria Engineering Journal, 60(1), 1601-1625. https://doi.org/10.1016/j.aej.2020.11.013.

Isnanto, R. R., Hidayatno, A., & Zahra, A. A. (2020). Fractal batik motifs generation using variations of parameters in Julia set function. 2020 8th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT). https://doi.org/10.1109/icoict49345.2020.9166282.

Mahardika, D., Tjahjana, R. H., & Sunarsih, H. (2021). Dynamic modelling of COVID-19 and the use of “Merah Putih” vaccination and herbal medicine treatment as optimal control strategies in Semarang city Indonesia. Journal of Physics: Conference Series, 1722(1), 012070. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1722/1/012070.

Nazari, R., & Ross, A. (2020). Pre-algebra exercise book 2020-2021: Student workbook. Effortless Math Education www.EffortlessMath.com.

Pereyra, N. A. (2022). Trigonometric functions. Real Exponential, Logarithmic, and Trigonometric Functions for Physicists, 1-24. https://doi.org/10.1063/9780735424876_013.

Polanco, C. (2019). Advanced calculus: Fundamentals of mathematics. Bentham Science Publishers.

Rahmani-Andebili, M. (2021). Precalculus: Practice problems, methods, and solutions. Springer Nature.

Safier, F. (2019). Schaum's outline of Precalculus (4th ed.). McGraw-Hill Education.

Stewart, J., Clegg, D. K., & Watson, S. (2020). Calculus. Cengage Learning.

Vayenou, V. (2022). Desmos art gallery. Bloomsbury Art Markets. https://doi.org/10.5040/9781350924383.1125331.

Yaremenko, Y. (2019). Using geogebra program in teaching geometry. Cherkasy University Bulletin: Pedagogical Sciences, (3), 98-103. https://doi.org/10.31651/2524-2660-2019-3-98-103.