

Dari Motif Kawung ke Algoritma Visual: Sebuah Pendekatan dalam Pembelajaran Komputasi untuk Desainer

From Kawung Motif to Visual Algorithm: an Approach in Computational Learning for Designers

Muhammad Irfan Nurrachman¹

Fakultas Humaniora dan Industri Kreatif, Universitas Kristen Maranatha, Indonesia¹

How to cite :

Nurrachman, M. I. (2025). Dari Motif Kawung ke Algoritma Visual: Sebuah Pendekatan dalam Pembelajaran Komputasi untuk Desainer. Serat Rupa: Journal of Design, 9(1), 62-82. <https://doi.org/10.28932/srjd.v9i1.9948>

Abstrak

Penelitian ini mengeksplorasi potensi motif kawung sebagai media pembelajaran algoritma yang inovatif bagi desainer. Dengan menganalisis secara mendalam elemen-elemen geometri yang membentuk motif kawung, penelitian ini berhasil mengidentifikasi prinsip-prinsip algoritmik yang mendasarinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa motif kawung dapat didekonstruksi menjadi serangkaian langkah komputasional yang sederhana dan dideskripsikan dalam bentuk algoritma visual, sehingga dapat menjadi alat yang efektif untuk mengajarkan konsep pemrograman dasar bagi para desainer. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman desainer terhadap konsep matematika yang abstrak dan berpikir algoritma, tetapi juga menumbuhkan apresiasi terhadap warisan budaya bangsa. Dengan begitu, penelitian ini dapat berkontribusi secara signifikan dalam pengembangan kurikulum pembelajaran yang relevan dengan tuntutan abad ke-21, sekaligus melestarikan nilai-nilai budaya bangsa.

Kata Kunci

Desain digital; Geometri; *Parametric digital thinking*; Ragam hias tradisional.

Abstract

This research explores the potential of the kawung motif as an innovative algorithmic learning medium for designers. By analyzing in depth the geometric elements that make up the kawung motif, this research succeeded in identifying the underlying algorithmic principles. The research results show that the kawung motif can be deconstructed into a series of simple computational steps and described in the form of a visual algorithm, so it can be an effective tool for teaching basic programming concepts for

Correspondence Address:

Muhammad Irfan Nurrachman,
Fakultas Humaniora dan Industri
Kreatif, Universitas Kristen Maranatha,
Jl. Prof. drg. Surya Sumantri MPH no.
65, Bandung - 40164, Indonesia.
Email:
irfan.nurrachman@art.maranatha.edu



© 2025 The Authors. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

designers. This approach not only increases designers' understanding of abstract mathematical concepts and algorithmic thinking, but also fosters appreciation for the nation's cultural heritage. Thus, this research makes a significant contribution to developing a learning curriculum that is relevant to the demands of the 21st century, while preserving the nation's cultural values.

Keywords

Digital design; Geometry; Parametric design thinking; Traditional decoration.

PENDAHULUAN

Dengan dilatarbelakangi oleh kemajuan teknologi informasi yang terus berkembang, berbagai piranti digital telah memediasi berbagai bidang kehidupan manusia termasuk bidang desain dan seni rupa. Pada era pra-digital, proses berkarya untuk menghasilkan berbagai desain ragam hias tradisional Indonesia dilakukan melalui media tradisional populer, seperti kertas, kain, dan permukaan kayu. Seseorang membuat berbagai motif dan pola diatas media tersebut secara langsung. Motif tersebut dihasilkan secara langsung melalui penggunaan berbagai alat gambar. Berdasarkan Oxman (2006), pengalaman pembuatan karya secara langsung seperti ini dengan istilah *paper-based design*.

Piranti digital kemudian mulai digunakan dalam proses tersebut. Generasi pertama dari penggunaan media digital dalam pembuatan motif dan pola tradisional Indonesia ditandai dengan substitusi peralatan gambar manual dengan piranti masukan media digital. Dalam generasi pertama ini, proses berkarya yang dimediasi oleh piranti digital masih difokuskan pada otomasi pengalaman *paper-based design* melalui berbagai fitur pembuatan, transformasi, dan *rendering* bentuk yang disediakan oleh piranti lunak. Dengan kata lain, penggunaan media digital seperti ini didasarkan pada pengalaman proses berkarya secara *paper-based design* menyebutkan model pelibatan seperti ini dengan istilah *traditional CAD model*, dan menyatakan bahwa penggunaan media digital dalam desain seperti ini tidak secara signifikan meningkatkan aspek kognitif penggunaannya seperti proses kreatif dan *design thinking* (Oxman, 2006).

Associative model merupakan sebuah model penggunaan media digital untuk mendesain yang dianggap sepenuhnya telah meninggalkan pengalaman *paper-based design* (Oxman, 2006). Dalam model ini, media digital tidak digunakan lagi hanya sebagai substitusi dari piranti non-digital. Pada model ini, karakteristik khas yang membedakan media digital dengan *paper-based media* digunakan untuk menghasilkan desain. Piranti digital memiliki karakter

yang dinamis dibandingkan dengan karakter media dari *paper-based design* yang statis. Selain itu media digital memiliki karakteristik sebagai media yang generatif (Kolarevic, 2000).

Pendekatan desain parametrik merupakan salah satu bentuk dari *assosiative model* (Oxman, 2006). Desain parametrik merupakan sebuah pendekatan dalam desain yang dicirikan dengan penggunaan parameter dalam menentukan wujud geometrik sebuah karya desain (Alammar & Jabi, 2022). Desain parametrik menghasilkan sebuah model parametrik yang memediasi desainer dengan karyanya. Quantz (2023) menganalogikan model parametrik seperti sebuah persamaan parametrik yang memiliki sebuah variabel independen -yang disebut juga sebagai parameter- yang terhubung dengan hasil persamaan melalui sebuah hubungan yang eksplisit. Berdasarkan analogi tersebut, model parametrik didefinisikan sebagai seperangkat persamaan yang mengekspresikan sebuah model geometris sebagai fungsi-fungsi eksplisit dari sejumlah parameter. Walaupun menyandang istilah parametrik, fokus dalam model parametrik bukanlah parameter, namun hubungan yang mengkaitkan parameter tersebut dengan hasilnya.

Berdasarkan uraian di atas, tampak bahwa parameter dalam persamaan parametrik terhubung dengan hasilnya melalui satu atau lebih fungsi yang dioperasikan melalui urutan tertentu. Hal ini juga terjadi dalam model parametrik. Dalam model parametrik, parameter terhubung dengan model geometrikinya melalui sejumlah perintah-perintah yang disusun dalam urutan tertentu, yang disebut algoritma (Tedeschi, 2014). Perintah-perintah yang disusun berdasarkan urutan yang pasti tersebut harus memiliki jumlah perintah tertentu, memiliki karakteristik sebagai instruksi yang jelas, langsung, tidak ambigu, dan memiliki kriteria yang terukur. Karakteristik lainnya dari algoritma adalah memerlukan masukan berupa parameter dan menghasilkan suatu luaran. Dalam konteks pembuatan motif dan pola tradisional Indonesia melalui pendekatan desain parametrik dengan menggunakan piranti digital, satu atau lebih parameter yang digunakan sebagai masukan akan diproses oleh sejumlah operasi dan transformasi geometrik yang bangun dalam suatu lingkungan piranti lunak tertentu, yang akan menghasilkan representasi visual dari model geometrik berupa motif dan pola tradisional tertentu pula. Dengan memasukkan seperangkat kombinasi parameter berbeda akan menghasilkan varian yang berbeda pula.

Dalam pendekatan desain parametrik, suatu algoritma dibangun melalui *scripting*, yaitu sebuah aktivitas penulisan kode pendek (*script*), baik yang berbasis teks maupun *node* (Tedeschi, 2014). Perkembangan piranti mendesain baru tersebut berkontribusi pada

munculnya sebuah kebutuhan pengetahuan baru termasuk juga bentuk baru dalam cara berpikirnya. Oxman dan Gu (2015) menyebut bentuk cara berpikir yang baru ini sebagai *Parametrik Design Thinking (PDT)*. *PDT* didefinisikan melalui tiga karakteristik: (1) berpikir dengan abstraksi, (2) berpikir secara matematis, dan (3) berpikir secara algoritmik. (Woodbury, 2010).

Berpikir dengan abstraksi merupakan dasar yang memungkinkan desain parametrik menghasilkan model yang generatif untuk menghasilkan berbagai varian luaran. Berpikir secara matematis merujuk pada berbagai teori dan konstruksi yang digunakan untuk melakukan *scripting*. Sedangkan berpikir secara algoritmik membantu pemahaman bahwa sebuah *script* menyediakan fungsi yang dapat menambah, mengulang, memodifikasi atau menghapus bagian-bagian dalam desain parametrik (Oxman & Gu, 2015). Melalui *PDT* dan piranti digital, desainer memiliki peran baru, yaitu sebagai *design tools maker* (Oxman, 2006).

Dibalik berbagai potensi untuk mengubah proses dan memperbesar peluang inovasi luaran desainnya tersebut, desain parametrik memiliki beberapa kelemahan termasuk yang berkaitan dengan *PDT*. Kelemahan tersebut dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu terkait: (1) pengetahuan dan (2) keterampilan teknis yang dibutuhkan. Terkait kebutuhan pengetahuan, Quantz (2023) menulis bahwa mempelajari dan menerapkan pemikiran parametrik membutuhkan waktu dan upaya. Pendapat lain yang sejalan dengan hal tersebut diungkapkan oleh Jabi (2013) yang menyatakan bahwa desain parametrik membutuhkan pemahaman tentang konsep algoritmik dan matematika, yang mungkin tidak familiar bagi desainer. Hal ini dapat menimbulkan kesulitan dan hambatan belajar terutama bagi mereka yang baru mengenal bidang ini. Oxman & Gu (2015) menyatakan bahwa seorang desainer parametrik memerlukan jenis pengetahuan baru yang menggabungkan pemahaman konsep, operasi dan transformasi matematika dengan kemampuan untuk memanfaatkannya dalam sebuah lingkungan digital yang interaktif. Kurangnya pengetahuan-pengetahuan ini dapat menjadi penghalang untuk penggunaan desain parametrik yang efektif. Sedangkan terkait keterampilan teknis, Jacobus dkk. (2023) menulis bahwa perangkat lunak pemodelan parametrik bisa jadi rumit dan memerlukan investasi waktu dan upaya yang signifikan untuk dikuasai. Ini bisa menjadi penghalang bagi sebagian desainer, terutama mereka yang tidak terbiasa dengan alat desain komputasi. Desainer perlu mempelajari perangkat lunak dan konsep baru, yang bisa menjadi hambatan bagi beberapa orang (Quantz, 2023).

Salah satu solusi yang potensial untuk mengatasi hal tersebut ditawarkan melalui kajian *ethnomathematics* yang menjembatani budaya dan matematika. Rosa dkk. (2017) menyatakan

bahwa *ethnomathematics* merupakan kajian tentang aspek kultural dari matematika, yang menyelidiki hubungan antara ide dan prosedur matematika yang dipraktikkan oleh berbagai kelompok budaya. *Ethnomathematics* memasukkan nilai-nilai kemanusiaan pada aktivitas pembelajaran matematika di sekolah dalam rangka menjadikannya lebih manusiawi dan terkait dengan kehidupan sehari-hari. Fokus perhatian dalam *ethnomathematics* adalah pengaplikasian berbagai konsep matematika dalam pembelajaran (Marsigit dkk., 2018). Berbagai data hasil kajian *ethnomathematics* yang diperoleh dari hasil riset dapat menjadi materi pembelajaran yang perlu diperkaya atau langsung dapat digunakan sebagai aktivitas pembelajaran berbasis penggunaan matematika dalam suatu budaya, atau sebagai contoh-contoh pengaplikasian baru yang dapat dikerjakan oleh peserta didik. Hal ini membuat pembelajaran matematika menjadi lebih atraktif, berharga untuk mendukung keberagaman, dan membantu menyingkap berbagai hal-hal tersembunyi dalam berbagai artefak kebudayaan (Ramadhani dkk., 2023). Berbagai budaya menyediakan contoh untuk *ethnomathematics* dalam kurikulum (Putra, 2022).

Di Indonesia yang kaya akan artefak kebudayaan yang tersebar di berbagai tempat, berbagai kajian etnomatematika telah dilakukan (Wulandari & Nuhamara, 2021) melakukan eksplorasi terhadap tenun ikat yang merupakan salah satu hasil kerajinan tangan masyarakat di Sumba Timur untuk mengkaji unsur matematis yang terdapat pada motif tenun ikat Sumba Timur. Hasilnya, dalam tenun ikat Sumba Timur terkandung beberapa konsep matematika seperti konsep geometri, simetri lipat dan transformasi geometri yang dapat diaplikasikan dalam pembelajaran matematika. Dalam motif yang sering digunakan dalam karya tenun seperti: motif kuda, manusia, patola kamba, patola ratu, ayam, kupu-kupu, bunga, udang, mamuli dan singa, beberapa unsur matematis dapat diidentifikasi seperti: titik, garis, sudut, bangun datar seperti segitiga, jajaran genjang, persegi panjang dan belah ketupat, serta transformasi geometri diantaranya ada rotasi, refleksi, dilatasi dan translasi. (Fauzi & Setiawan, 2020) mengkaji kerajinan tradisional Sasak yaitu tenun sesekan Sasak dan tembolaq, dan berhasil mengidentifikasi konsep-konsep matematika khususnya konsep geometri pada kedua artefak budaya Sasak tersebut. Pada motif kerajinan tenun sesekan Sasak terkandung unsur bangun datar berupa persegi, persegi panjang, layang-layang, jajaran genjang, segitiga, belah ketupat, konsep sudut, dan konsep kesebangunan. Kemudian pada kerajinan tradisional nyiru mengandung konsep bangun datar berupa lingkaran, dan elips. Selanjutnya pada kerajinan besek dan tembolaq mengandung konsep geometri berupa bangun ruang yaitu balok, kubus, dan setengah bola.

Sedangkan (Saputra dkk., 2022) yang melakukan eksplorasi etnomatematika pada arsitektur Rumoh Aceh menyimpulkan terdapatnya berbagai konsep matematika dalam artefak tersebut. Banyak hal yang ditemukan di Rumoh Aceh mengenai etnomatematika yang memiliki keterkaitan dengan pembelajaran matematika, misalnya menggunakan beraneka ragam unsur dan konsep matematika seperti segitiga, segiempat, persegi panjang, balok, kubus, belah ketupat, jajar genjang, trapesium, zigzag, sudut, geometri, dan kongruensi.

Motif kawung merupakan salah satu motif batik tradisional dan telah dikenal sejak zaman Mataram, memiliki karakter visual yang sederhana dan pembentukan serta pengorganisasian elemen-elemennya yang dapat dijelaskan secara matematis (Nurrachman, 2024; Nurrachman & Djakaria, 2024). Karakteristik tersebut membuat motif kawung dapat dibuat secara algoritmik dengan relatif lebih mudah dibandingkan dengan algoritma pembuatan motif batik tradisional lain seperti misalnya batik nitik. Selain itu, motif dan pola kawung relatif populer digunakan pada berbagai media selain kain.

Motif batik sebagai objek kajian etnomatematika telah dilakukan dan dinyatakan bahwa bentuk motif kawung jika dihubungkan dengan matematika merupakan salah satu motif batik yang berbentuk geometris yang mengandung konsep geometri transformasi. (Any, 2020; Christanti dkk., 2019). Hasil analisisnya menunjukkan bahwa unsur motif kawung berupa empat bulatan dengan sebuah titik pusat, yang jika dihubungkan dengan aspek matematika, dapat didekati dengan bangun datar elips horizontal yang dirotasi dan hasil rotasi elips tersebut diduplikasi dan masing-masingnya dirotasi terhadap suatu titik pusat dengan sudut putar tertentu sehingga menyusun unsur motif kawung.

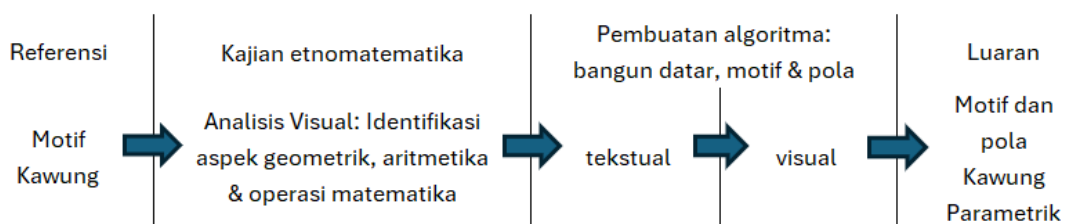
Selain berbagai kajian etnomatematika untuk mengenalkan berbagai konsep geometri tersebut diatas, kajian etnomatematika juga dilakukan dengan fokus pada algoritma seperti dilakukan oleh Adelia dkk. (2020) yang menemukan beberapa konsep matematika diantaranya algoritma berhitung yang terdiri dari penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian. Sedangkan berdasarkan penelitian yang dilakukan Lestari (2019), dalam beberapa konsep matematika dalam aktivitas membilang dan menghitung yang digunakan oleh masyarakat Solo dan Yogyakarta (Pratama & Lestari, 2017), ditemukan beberapa konsep matematika, diantaranya algoritma berhitung yang terdiri dari penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian. Dari berbagai studi sebelumnya terlihat bahwa etnomatematika telah digunakan untuk mengajarkan konsep geometri dan algoritma. Namun belum ditemukan kajian etnomatematika yang memanfaatkan hasil kajiannya untuk dijadikan dasar pembuatan algoritma visual untuk membantu dalam pembelajaran komputasi

khususnya untuk desainer. Atas dasar *gap* tersebut, kajian ini bermaksud untuk menjadikan berbagai konsep matematika -termasuk konsep aritmatika dan geometri yang dihasilkan oleh sebuah kajian etnomatematika sebagai dasar atau bahan pembelajaran menyusun algoritma visual.

Berdasarkan uraian diatas, kajian ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses pembuatan algoritma visual untuk menghasilkan sebuah model parametrik dari motif dan pola kawung. Deskripsi proses pembuatan algoritma visual ini diharapkan dapat membantu dalam pembelajaran komputasi bagi desainer. Dengan menggunakan artefak tradisional yang telah dikenal oleh para desainer, diharapkan proses pembelajaran komputasi menjadi lebih mudah dan menyenangkan.

METODE PENELITIAN

Untuk menjawab permasalahan dan maksud diatas, kajian ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses pembuatan urutan prosedur (algoritma) pembuatan motif dan pola kawung yang parametrik berdasarkan suatu referensi motif kawung yang ada.



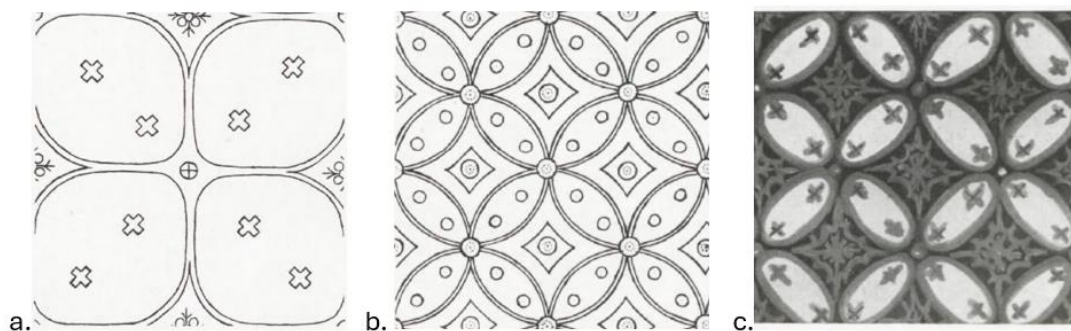
Gambar 1. Alur/Kerangka Penelitian
Sumber: Penulis, 2024.

Berdasarkan alur/kerangka penelitian (Gambar 1), penelitian ini menggunakan motif kawung sebagai referensi/kasus/objek kajian etnomatematika yang menganalisis elemen visual objek kajian untuk mengidentifikasi aspek geometrik, aritmetika dan operasi matematika yang mungkin untuk membuat motif dan pola kawung parametrik. Berdasarkan hasil analisis, disusun algoritma visual untuk membuat bangun datar, motif dan pola kawung. Algoritma dalam tahap ini dilakukan dalam bentuk tekstual, menggunakan bahasa sehari-hari. Langkah selanjutnya adalah menerjemahkan algoritma-algoritma tersebut ke dalam analog node diagram sehingga dihasilkan sebuah model parametrik untuk membuat motif dan pola kawung.

Dalam kajian ini algoritma pembentukan motif dan pola kawung dilakukan melalui fitur-fitur umum yang dapat ditemui dalam berbagai piranti lunak pemodelan, namun tetap

didasarkan pada konsep, operasi, dan transformasi geometrik. Selain itu dalam kajian ini, proses pembentukan motif dan pola kawung akan dideskripsikan dalam format analog node diagram yang merupakan representasi skematik sebuah algoritma (Tedeschi, 2014) untuk memberikan gambaran secara visual tentang bagaimana wujud suatu algoritma untuk membuat motif dan pola kawung. Penggunaan analog node diagram ini juga untuk menunjukkan bahwa pembelajaran PDT dapat dilakukan secara analog, terbebas dari piranti digital (Quantz, 2023). Dengan mendeskripsikan algoritma pembuatan motif dan pola kawung ke dalam format analog node diagram, diharapkan dapat membantu penyediaan literatur bagi pembelajaran PDT yang lebih mudah, terutama bagi para desainer yang sangat terbiasa dalam menggunakan visualisasi dalam bekerja.

Dalam kajian deskriptif kualitatif ini, pola dan motif kawung yang digunakan sebagai subjek kajian, diperoleh dari dari buku *De Inlandsche Kunstnijverheid in Nederlandsch Indië III, De Batikkunst* karya Jasper dan Pirngadie (1912) – Buku ini dipandang sebagai salah satu literatur kuno tentang batik klasik yang pernah ditulis (Guntur, 2019), didalamnya motif kawung dinyatakan sebagai motif tua dan memiliki karakter visual yang mudah dikenali karena formasi yang khas dari elemen-elemen pembentuk utamanya. Dari buku tersebut diambil tiga gambar motif dan pola kawung yang digunakan sebagai subjek penelitian ini (Gambar 2).



Gambar 2. Kawung latar putih (a), kawung picis (b), dan kawung sari (c).
Sumber: (Jasper & Pirngadie, 1916).

Terhadap ketiga subjek tersebut dilakukan prosedur berikut: (1) mendeskripsi subjek, (2) mengidentifikasi unsur geometri berupa bangun datar dan transformasinya serta berbagai konsep matematika lainnya, (3) mengidentifikasi berbagai prosedur formasi yang mungkin dilakukan, dan (4) menyusun algoritma pembuatan motif kawung secara non-digital.

HASIL DAN PEMBAHASAN

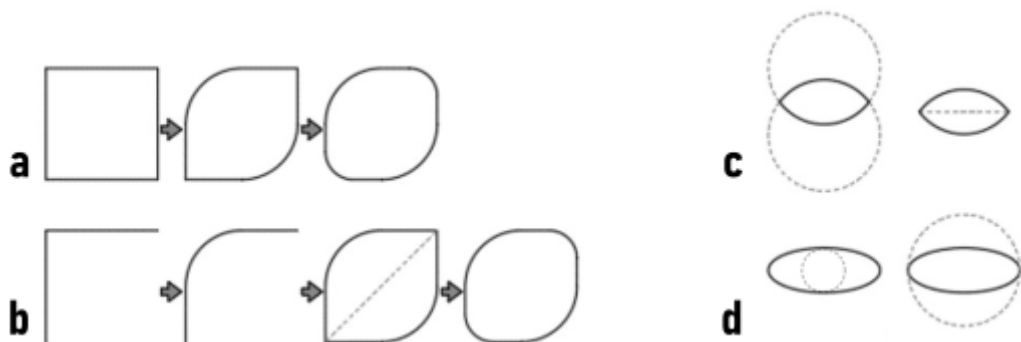
Deskripsi motif kawung

Sebuah motif kawung dapat tampil dalam berbagai varian bentuk. Secara umum, struktur dasar motif kawung terdiri dari empat buah elemen dominan yang disusun membentuk formasi silang. Perbedaan penamaan kawung menunjukkan perbedaan bentuk dari elemen utamanya dan berbagai isen-isen (isen = isian: elemen pengisi) yang terdapat dalam sebuah motif.

Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa kawung latar putih dan kawung sari memiliki elemen utama dengan ujung yang membulat, sedangkan kawung picis memiliki ujung yang tajam. Isen-isen elemen utama yang digunakan berbentuk silang yang kosong pada kawung latar putih dan berisi pada kawung sari. Sedangkan motif kawung sari menggunakan lingkaran sebagai isen-isen. Isen-isen lainnya dengan bentuk dasar lingkaran dapat ditemukan persilangan elemen-elemen utama pada ketiga motif kawung, walaupun terdapat perbedaan pada isi lingkaran tersebut. Sedangkan pada ruang antara elemen-elemen lainnya terdapat jenis isen-isen lain, baik yang sederhana seperti bentuk belah ketupat yang berisi lingkaran pada kawung picis ataupun ornamen yang lebih rumit pada dua motif kawung lainnya.

Elemen utama: Bangun datar, operasi dan transformasi geometriknnya

Bangun datar dibatasi oleh garis lurus atau lengkung. Berdasarkan analisis bentuk yang dilakukan, ditemukan bahwa prosedur pembentukan ketiga motif kawung dapat dideskripsikan melalui gambar seperti yang terlihat dalam Gambar 3.



Gambar 3. Alternatif urutan transformasi geometrik dalam pembentukan elemen utama motif kawung latar putih (a & a), kawung picis (c), dan kawung sari (d).

Sumber: Penulis, 2024

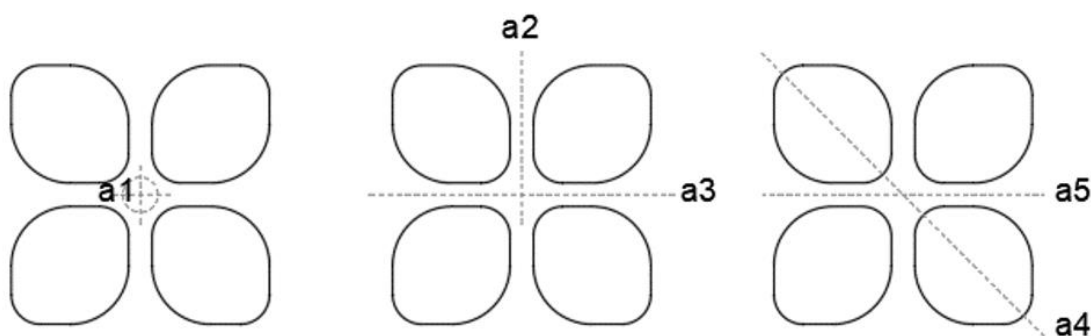
Dari eksplorasi yang dilakukan selama kajian ini ditemukan bahwa terdapat urutan cara yang berbeda untuk menghasilkan sebuah bangun datar tertentu. Gambar 3 memperlihatkan empat kemungkinan urutan cara untuk membuat bangun datar sebagai komponen/elemen visual utama dari motif kawung, yaitu: (1) melakukan operasi geometrik *fillet* terhadap dua

buah sudut berseberangan dalam sebuah bujur sangkar (gambar 3a), (2) melakukan operasi geometrik *fillet* terhadap dua buah garis sama panjang yang bersudut 90° dan melakukan transformasi pencerminan terhadap garis yang menghubungkan kedua ujung kedua garis tersebut (gambar 3b), (3) melakukan operasi irisan (*intersection*) dari dua lingkaran identik sehingga menghasilkan bangun elemen datar yang dibatasi oleh dua garis lengkung (gambar 3c), dan (4) melakukan transformasi dilatasi non-uniform -transformasi yang memperbesar atau memperkecil suatu bangun geometri dengan faktor skala yang berbeda-beda pada arah yang berbeda- terhadap sebuah lingkaran (gambar 3d). Urutan prosedur yang tampak pada gambar 3a dan 3b menunjukkan prosedur pembuatan elemen motif kawung latar putih. Urutan prosedur yang tampak pada gambar 3c menunjukkan prosedur pembuatan elemen motif kawung picis dan yang diperlihatkan pada gambar 3d dapat digunakan untuk membuat elemen motif kawung sari.

Dari pembahasan di atas, terlihat bahwa terdapatnya kemungkinan lebih dari satu urutan prosedur yang mungkin dilakukan untuk membuat sebuah bangun datar yang sama melalui berbagai kemungkinan operasi maupun transformasi geometris.

Motif kawung: pengorganisasian bangun datar

Dalam ketiga motif kawung yang digunakan dalam kajian ini, terdapat sebuah sistem pengorganisasian elemen utama yang sama, yaitu membentuk salib (*cross/silang*) (Jasper & Pirngadie, 1916). Dari hasil analisis, ditemukan bahwa seperti pada proses pembentukan bangun datar, terdapat lebih dari satu metode untuk mendapatkan struktur pengorganisasian tersebut. Contohnya dengan menggunakan transformasi rotasi dan pencerminan dengan berbagai garis pencerminannya (Gambar 4).



Gambar 4. Alternatif transformasi geometrik dalam pembentukan elemen utama motif kawung: (1) rotasi duplikat terhadap titik a1, (2) refleksi terhadap garis a2, a3, a4, dan a5.

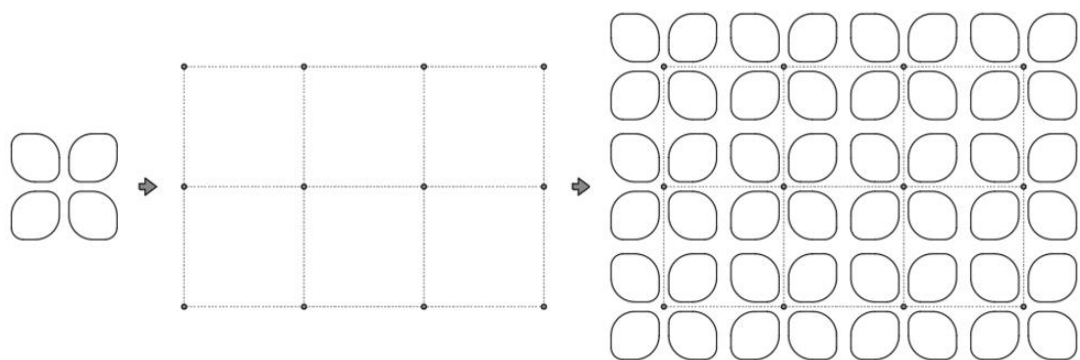
Sumber: Penulis, 2024

Gambar 4 memperlihatkan berbagai kemungkinan transformasi geometrik terhadap elemen utama kawung dalam membentuk sebuah motif. Sebuah bangun dasar elemen utama motif kawung diduplikasi sebanyak tiga kali dan masing-masing hasil duplikasi tersebut dirotasi terhadap titik a_1 dengan besar sudut 90° , 180° , dan 270° . Alternatifnya, bangun dasar tersebut dapat direfleksikan terhadap garis a_2 , dan hasilnya direfleksikan terhadap garis a_3 , dan berlaku sebaliknya. Kemungkinan lain adalah melakukan refleksi terhadap garis a_4 , untuk kemudian direfleksikan terhadap garis a_5 . Berbeda dengan kemungkinan prosedur refleksi sebelumnya, dalam kemungkinan terakhir tersebut urutan prosedurnya tidak bisa dibalik.

Dari pembahasan di atas terlihat bahwa proses pembentukan sebuah motif kawung dapat dilakukan dengan lebih dari satu cara dengan melalui sebuah urutan -baik yang dapat dipertukarkan maupun tidak.

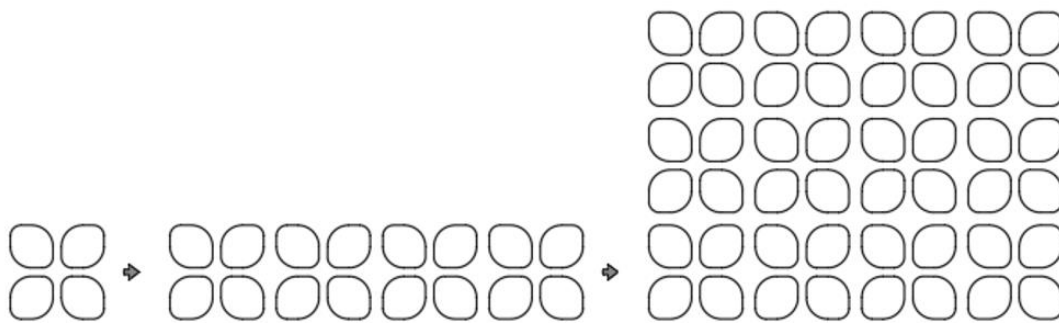
Pola Kawung: repetisi motif

Motif yang direpetisi dapat membentuk pola (Wong, 1975). Pada Gambar 2 terlihat bahwa pola kawung dibentuk sebagai hasil repetisi dari unit terkecilnya yaitu motif. Motif direpetisi mengikuti struktur pengorganisasian tertentu, dalam hal ini adalah grid Cartesian. Dengan menentukan dimensi grid yang berbeda, berbagai pola kawung dapat dihasilkan. Dari hasil analisis yang dilakukan, ditemukan bahwa sama seperti pada prosedur pembuatan elemen utama dan motif kawung, ditemukan bahwa pembentukan pola kawung dapat dilakukan melalui lebih dari satu metode. Dari analisis yang dilakukan, setidaknya terdapat dua metode untuk membuat pola dari motif kawung. Pola tersebut dapat dibuat melalui dua metode, yaitu: (1), meletakkannya pada titik-titik dalam sebuah grid dan (2) merepetisi secara berurutan ke dua arah. Melalui metode pertama motif kawung diletakkan dalam titik-titik pertemuan sebuah grid Cartesian (Gambar 5).



Gambar 5. Pembuatan pola kawung melalui metode grid Cartesian.
Sumber: Penulis, 2024

Sedangkan melalui metode kedua, sebuah motif kawung direpetisi dahulu secara horizontal untuk kemudian hasilnya direpetisi secara vertikal, atau sebaliknya (Gambar 6). Kedua metode tersebut dapat menghasilkan pola yang identik (Gambar 5 dan 6). Berdasarkan uraian-uraian di atas, tampak bahwa dalam pembuatan pola kawung, mulai dari proses pembuatan elemen utama, motif hingga pembuatan pola kawung, terdapat lebih dari satu metode pembuatan. Beberapa metode memiliki operasi atau transformasi yang urut-urutannya dapat dipertukarkan dan beberapa metode lainnya tidak.



Gambar 6. Pembuatan pola kawung melalui metode repetisi dua arah.

Sumber: Penulis, 2024

Algoritma Tekstual Motif Kawung

Algoritma pada dasarnya merupakan urutan perintah untuk membuat atau menghasilkan sesuatu atau melakukan sebuah tugas (Tedeschi, 2014). Bacelo dan Gómez-Chacón (2023) menyatakan bahwa algoritma telah ada dan dipelajari sejak kehadiran matematika, dan semakin berkembang mengikuti perkembangan teknologi komputasi. Kemunculan bahasa pemrograman membuka paradigma baru untuk pemecahan masalah secara algoritmik. Karena hal itulah, walaupun kini istilah algoritma memiliki asosiasi yang kuat dengan bidang komputer, sebuah algoritma dapat disusun secara non-digital, terlepas dari bahasa pemrograman. Terdapat lima karakteristik penting dalam sebuah algoritma, yaitu (1) keterbatasan (finitness), (2) presisi, (3) membutuhkan masukan, (4) menghasilkan output, dan (5) keefektifan.

Algoritma mengikuti cara-cara yang biasa dilakukan manusia dalam memecah masalah ke dalam langkah-langkah yang lebih sederhana untuk dibayangkan dan dilaksanakan. Algoritma analog atau non-digital dapat direpresentasikan setidaknya dalam dua bentuk, yaitu: (1) bentuk teks dan (2) analog node diagram. Dalam bentuk teks, sebuah algoritma dapat ditampilkan dalam bentuk daftar urutan prosedur, mirip dengan urutan

cara memasak dalam sebuah resep, hanya saja daftar tersebut harus memiliki karakteristik sebuah algoritma (Tedeschi, 2014).

Algoritma berbasis teks untuk pembuatan elemen utama motif kawung, motif kawung, dan pola kawung

Dalam format berbasis teks, dengan mengikuti salah satu dari metode pembuatan yang telah diuraikan sebelumnya, algoritma pembuatan elemen utama motif kawung, motif dan pola kawung dapat dapat direpresentasikan dalam daftar berikut:

1. Pembuatan elemen utama motif kawung:

- Buat sebuah bujur sangkar dengan panjang sisi 3 cm;
- Terhadap bujur sangkar tersebut, pada sudut kiri atas dan kanan bawah lakukan operasi *fillet* dengan radius 1.5 cm
- Terhadap bujur sangkar tersebut, pada sudut kiri bawah dan kanan atas lakukan operasi *fillet* dengan radius 0.75 cm

Algoritma di atas menggambarkan proses pembuatan elemen utama motif kawung latar putih (gambar 3a). Algoritma di atas memiliki masukan (parameter) berupa nilai panjang sisi, dan dua nilai radius yang berbeda.

2. Pembuatan motif kawung:

- Terhadap luaran algoritma pembuatan elemen utama motif kawung, buat duplikat bangun datar sebanyak tiga kali.
- Terhadap hasil langkah 1, lakukan rotasi untuk setiap duplikat tersebut terhadap sebuah titik yang berjarak 1.75 cm ke arah -x dan 1.75 cm ke arah -y dari pusat bangun datar, dengan besar sudut masing-masing 90°, 180°, dan 270°.

Algoritma di atas menggambarkan proses pembuatan motif kawung latar putih (gambar 4-kiri); memiliki masukan berupa banyaknya operasi duplikasi yang harus dilakukan, lokasi titik putar, dan besaran sudut untuk setiap rotasi yang harus dilakukan oleh setiap duplikat.

3. Pembuatan pola kawung:

- Buat sebuah grid Cartesian dengan ukuran 3 baris x 4 kolom dengan ukuran tiap selnya sepanjang 7.5 cm x 7.5 cm.
- Letakkan satu motif yang dihasilkan dari algoritma pembuatan motif kawung di setiap titik sudut grid tersebut.

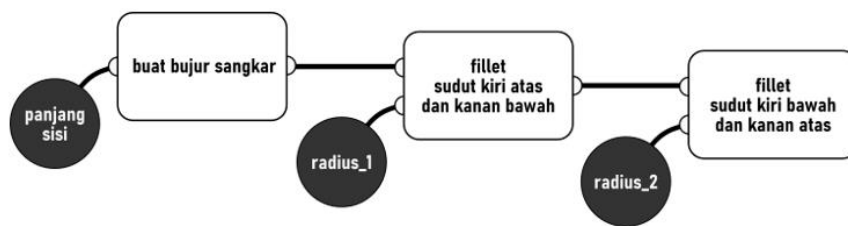
Algoritma di atas menggambarkan proses pembuatan pola motif kawung latar putih (gambar 5); memiliki masukan berupa ukuran jumlah baris dan kolom dan dimensi sel.

Algoritma berbasis *node diagram* untuk pembuatan elemen utama motif kawung, motif kawung, dan pola kawung

Node diagram adalah suatu diagram yang digunakan untuk mendeskripsikan sebuah algoritma dalam format visual. Dengan kata lain, *node diagram* merupakan representasi dari sebuah algoritma dan diklaim bahwa piranti visual ini dikembangkan agar aktivitas *scripting* menjadi lebih mudah diakses, terutama bagi desainer yang sedikit atau bahkan tidak sama sekali memiliki ketrampilan pemrograman (Tedeschi, 2014). Pendeskripsian secara visual seperti ini sangat membantu para desainer yang terbiasa mendeskripsikan sesuatu melalui bahasa visual. Sebuah *node diagram* terdiri dari *nodes* dan penghubung-penghubungnya. *Nodes* terdiri dari dua jenis, yaitu *square node* dan *circular node*. *Square node* merepresentasikan perintah utama sedangkan *circular node* merepresentasikan parameter. Output dari *node diagram* dapat berupa geometri yang sama dengan yang dihasilkan oleh algoritma berbasis teks.

Dalam format *node diagram*, algoritma pembuatan elemen utama motif kawung, motif dan pola kawung dalam format teks diatas dapat dapat direpresentasikan dalam *node-diagram* berikut:

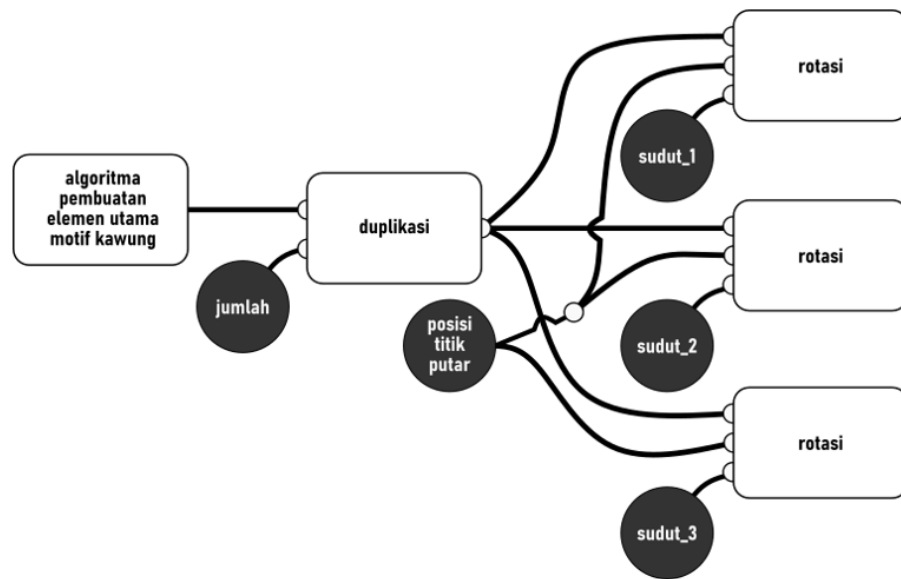
Pembuatan elemen utama motif kawung



Gambar 7. Algoritma visual (*node diagram*) pembuatan elemen utama motif kawung latar putih (Sumber: Penulis, 2024)

Gambar 7 memperlihatkan algoritma visual pembuatan elemen utama motif kawung latar putih. Algoritma tersebut memiliki tiga *node* perintah yang diurutkan sebagai berikut: (1) membuat bujur sangkar, (2) melakukan operasi *fillet* pada sudut kiri atas dan kanan bawah bujur sangkar tersebut, dan (3) melakukan operasi *fillet* pada sudut kiri bawah dan kanan atas. Setiap *node* tersebut memiliki parameternya sendiri-sendiri, yaitu: (1) panjang sisi untuk *node* pertama, *radius_1* untuk *node* ke-2, dan *radius_2* untuk *node* ke-3.

Pembuatan motif kawung



Gambar 8. Algoritma visual (node diagram) pembuatan motif kawung latar putih
(Sumber: Penulis, 2024)

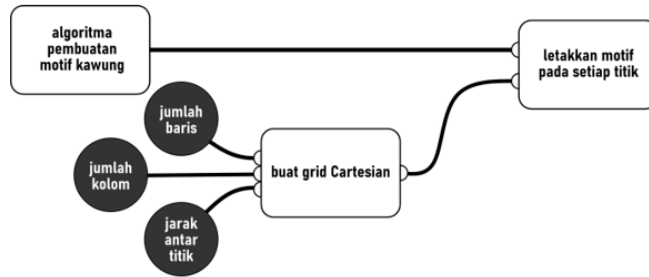
Gambar 8 memperlihatkan algoritma visual pembuatan motif kawung latar putih. Algoritma menggunakan algoritma pembuatan elemen motif kawung latar putih (gambar 7) sebagai masukan awal. Terhadap luaran dari algoritma pembuatan elemen motif kawung latar putih tersebut kemudian dilakukan perintah dengan urutan sebagai berikut: (1) duplikasi dengan jumlah tertentu dan (2) tiga perintah rotasi dengan masing-masing besar sudut berbeda untuk masing-masing hasil duplikasi dan dengan posisi titik pusat perputaran yang sama. Luaran dari algoritma ini adalah berupa motif kawung latar putih (gambar 4).

Dari algoritma di atas juga terlihat bahwa algoritma pembuatan elemen utama motif kawung dapat menjadi masukan bagi *square node* lainnya. Dari algoritma tersebut juga dapat dilihat secara visual terkait konsep *sharing input*, yaitu sebuah nilai masukan tertentu dapat menjadi masukan bagi beberapa operasi. Ini amat membantu dalam menjelaskan konsep konsistensi internal, yaitu konsistensi terhadap perubahan nilai masukan yang dikendalikan oleh sistem, bukan oleh manusia yang berpotensi menghasilkan ketidakkonsistenan akibat *human error* (Tedeschi, 2014).

Pembuatan pola kawung

Gambar 9 memperlihatkan algoritma visual pembuatan pola dari motif kawung latar putih. Algoritma visual tersebut merepresentasikan pembuatan pola motif kawung latar putih. Dengan menggunakan luaran algoritma pembuatan motif kawung latar putih sebagai masukan, dan grid cartesian yang dihasilkan dari perintah *buat grid cartesian*, maka dengan

meletakkan motif kawung latar putih pada grid tersebut akan menghasilkan pola salam formasi grid. Tampak pula bahwa algoritma tersebut memiliki masukan berupa nilai jumlah baris, jumlah kolom, dan jarak antar titik yang dibutuhkan untuk mendefinisikan grid *Cartesian*. Seperti tampak dalam algoritma visual sebelumnya, hasil dari suatu algoritma dapat menjadi input bagi *square node* lainnya.



Gambar 9. Algoritma visual (node diagram) pembuatan pola kawung latar putih.
(Sumber: Penulis, 2024)

PENUTUP

Kajian ini bertujuan untuk mengidentifikasi prosedur pembuatan pola kawung dan mendeskripsikannya dalam bentuk algoritma visual. Tujuan tersebut dilatarbelakangi oleh masih digunakannya piranti digital untuk mendesain dengan pendekatan *paper-based design* yang tidak secara signifikan meningkatkan kemampuan kognitif penggunanya. Desain parametrik menawarkan paradigma berbeda dalam mendesain yang berpotensi menghasilkan inovasi dan meningkatkan aspek kognitif dari desainernya. Namun di sisi lain, desain parametrik yang melibatkan piranti digital menuntut kebutuhan terhadap pengetahuan baru termasuk juga bentuk baru dalam cara berpikirnya, yaitu *Parametric Design Thinking (PDT)*. Pengetahuan dan cara berpikir baru tersebut yang banyak terkait dengan bidang matematika -khususnya geometri- dan bidang pemrograman. Bagi kebanyakan desainer, belajar tentang pengetahuan dan cara berpikir baru tersebut harus melalui kurva belajar yang curam. Hasil kajian ini diharapkan menjadi pengisi kekosongan (*gap*) materi pembelajaran bagi para desainer.

Hasil dari kajian ini menunjukkan bahwa bentuk motif dan pola kawung latar putih dapat dibuat melalui algoritma yang memiliki berbagai parameter yang diperlukan. Algoritma tersebut dapat disajikan secara tekstual maupun visual. Hasil kajian tersebut diharapkan dapat membantu pemahaman berbagai konsep matematika dan berpikir algoritmik untuk melihat bagaimana analisis visual dapat dilakukan untuk menyusun perintah yang harus dilakukan dan urut-urutannya. Hasil kajian ini juga menunjukkan bahwa dalam sebuah algoritma, parameter terhubung dengan hasil, yang merupakan karakteristik dari *PDT*.

Pemahaman terhadap konsep matematika melalui cara berpikir algoritmik yang mampu melihat hubungan antara parameter dan hasilnya, merupakan dasar yang baik untuk diaplikasikan kedalam sebuah piranti lunak pemodelan. Pengetahuan konsep dan teknis tentang bahasa pemrograman yang spesifik diperlukan untuk menerjemahkan algoritma non-digital ke dalam algoritma digital.

Dari hasil analisis terhadap tiga motif kawung yang berbeda yang digunakan dalam kajian ini juga memperlihatkan bahwa terdapat dua cara (operasi dan urutan) untuk menghasilkan elemen utama motif kawung, baik untuk kawung latar putih, kawung picis dan kawung sari. Dari hasil analisis terlihat juga terdapat tiga cara yang dapat dilakukan untuk membuat motif kawung dan dua cara untuk membuat pola grid dari motif tersebut.

Kajian ini masih terbatas pada tiga kasus motif kawung. Dengan terus berkembangnya bentuk motif kawung, terbuka peluang untuk melakukan kajian serupa pada motif kawung lainnya bahkan juga terhadap berbagai motif tradisional Indonesia yang begitu beragam sepanjang motif tersebut dapat dideskripsikan secara matematika. Dengan demikian, para desainer selain mendapatkan pembelajaran matematika dan berpikir algoritmik dengan kasus desain yang dikenal baik, sekaligus dapat mengeksplorasi desainnya melalui pendekatan parametrik untuk menghasilkan berbagai inovasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelia, H., Karunia, Y. A., & Lystia, S. N. (2020). Etnomatematika pada tahapan-tahapan kegiatan penanaman dan pemanfaatan jamur tiram serta implementasinya dalam pembelajaran matematika. . Seminar Nasional Pendidikan Matematika,
- Alammar, A., & Jabi, W. (2022). Predicting Cooling Energy Demands of Adaptive Facades Using Artificial Neural Network. Conference: 2022 Annual Modeling and Simulation Conference (ANNSIM),
- Any, E. R. (2020). Matematika dalam Motif Batik Kawung. Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika FKIP UMP Purwokerto,
- Bacelo, A., & Gómez-Chacón, I. M. (2023). Characterising algorithmic thinking: A university study of unplugged activities. *Thinking Skills and Creativity*, 48. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101284>
- Christanti, A. D. I., Sari, F. Y., & W, E. P. K. (2019). Etnomatematika pada batik kawung Yogyakarta dalam transformasi geometri. ProSANDIKA UNIKAL Seminar Nasional Pendidikan Matematika Universitas Pekalongan,
- Fauzi, A., & Setiawan, H. (2020). Etnomatematika: Konsep Geometri pada Kerajinan Tradisional Sasak dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar. *Didaktis: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Pengetahuan*, 20(2). <https://doi.org/10.30651/didaktis.v20i2.4690>
- Guntur, G. (2019). Inovasi pada morfologi motif parang batik tradisional Jawa. *Panggung Jurnal Seni Budaya*, 29(4), 374-390. <https://doi.org/10.26742/panggung.v29i4.1051>

- Jabi, W. (2013). *Parametric Design for Architecture* (1 ed., Vol. 11). Laurence King
<https://doi.org/10.1260/1478-0771.11.4.465>
- Jacobus, F., Carpenter, A., Loerts, R. S., Nunzio, A., & Bedeschi, F. (2023). *Architectonics and Parametric Thinking. Computational Modeling for Beginning Design* (1 ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003252634>
- Jasper, J. E., & Pirngadie, M. (1912). *De Inlandsche Kunstnijverheid in Nederlandsch Indië Door III* (Vol. 2). 's-Gravenhage, Mouton & co.
- Kolarevic, B. (2000). Digital architectures. Proceedings of the 20th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture (ACADIA),
- Lestari, M. (2019). Etnomatematika pada transaksi jual beli pasar tradisional di Solo. *STRING Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi*, 3(3).
<https://doi.org/10.30998/string.v3i3.3590>
- Marsigit, M., Setiana, D. S., & Hardiarti, S. (2018). Pengembangan pembelajaran matematika berbasis etnomatematika. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika Etnomatnesia,
- Nurrachman, M. I. (2024). Inovasi Motif Nitik Gedhangan Menggunakan Pendekatan Pemodelan Parametrik. *Jurnal Desain*, 12(1), 53-64.
- Nurrachman, M. I., & Djakaria, E. (2024). Penerapan pola parametrik force field pada pembuatan pola motif kawung untuk elemen bangunan. *Aksen : Journal of Design and Creative Industry*, 8(2), 33-46. <https://doi.org/10.37715/aksen.v8i2.4332>
- Oxman, R. (2006). Theory and design in the first digital age. *Design Studies*, 27(3).
<https://doi.org/10.1016/j.destud.2005.11.002>
- Oxman, R., & Gu, N. (2015). Theories and Models of Parametric Design Thinking. ECAAEE 2015, Vienna.
- Pratama, L. D., & Lestari, W. (2017). Eksplorasi Etnomatematika Petani dalam Lingkup Masyarakat Jawa. Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika (2ndSENATIK).
- Putra, D. F. (2022). Systematic Literature Review (SLR): Eksplorasi etnomatematika pada makanan tradisional. *Journal of Mathematics Education and Learning*, 2(1), 18-26.
<https://doi.org/10.19184/jomeal.v2i1.29093>
- Quantz, J. (2023). The power of parametric thinking. In F. Jacobus, A. Carpenter, R. S. Loerts, A. D. Nunzio, & F. Bedeschi (Eds.), *Architectonics And Parametric Thinking. Computational Modeling For Beginning Design* Routledge.
- Ramadhani, A., Mutmainna, S. N., Mirnawati, & Irmayanti. (2023). Peran etnomatematika dalam pembelajaran matematika pada Kurikulum 2013. *COMPETITIVE: Journal of Education*, 2(1), 53-68.
<https://doi.org/10.58355/competitive.v2i1.16>
- Rosa, M., Shirley, L., Gavarrete, M. E., & Alangui, W. V. (2017). Topic Study Group No. 35: Role of Ethnomathematics in Mathematics Education. the 13th International Congress on Mathematical Education,
- Saputra, E., Mirsa, R., Yanti, P. D., Wulandari, W., & Husna, A. (2022). Eksplorasi etnomatematika pada arsitektur rumah Aceh. *AKSIOMA Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(1). <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4751>
- Tedeschi, A. (2014). *AAD Algorithms-Aided Design: Parametric Strategies using Grasshopper*. Le Penseur.
- Wong, W. (1975). *Principles of two-dimensional design*. Van Nostrand Reinhold Company.
- Woodbury, R. (2010). *Elements of parametric design* (1 ed.). Routledge.

Wulandari, M. R., & Nuhamara, Y. T. I. (2021). Eksplorasi tenun ikat Sumba Timur ditinjau dari etnomatematika. *Satya Widya*, 36(2), 105-115. <https://doi.org/10.24246/j.sw.2020.v36.i2.p105-115>

This page is intentionally left blank.