

Computational Geometry Modeling of a Modular Breeze-Block Design Using Maple: Symmetry, Transformation, and Script Validation

Pemodelan Geometri Komputasional Desain Roster Modular Menggunakan Maple: Analisis Simetri, Transformasi, dan Validasi Skrip

Nawal Ika Susanti¹

¹Program Studi Tadris Matematika, Universitas KH. Mukhtar Syafaat, Indonesia

Keywords:

Maple; geometri komputasional; roster; transformasi geometri; simetri D4; desain parametrik.

Correspondensi Author

Nawal Ika Susanti
Universitas KH. Mukhtar Syafaat
Email: nawalika@uimsya.ac.id

History Artikel

Received: 04-05-2026

Reviewed: 05-05-2026

Revised: 07-05-2026

Accepted: 13-05-2026

Published: 17-05-2026

Abstract. This study aims to model, examine, and validate the two-dimensional geometric construction of a modular roster design using Maple. The original manuscript used the term "roaster" and interpreted the pattern as a component of a roasting machine, whereas the configuration—consisting of two repeating square modules—is more consistent with an architectural roster or breeze block. The research employed a descriptive-computational approach through syntax inventory, coordinate mapping, element measurement, transformation analysis, symmetry examination, and script reproducibility auditing. The results show that the model in question consists of two units measuring 6×6 units, centered at (3, 3) and (9, 3). Each unit contains 24 principal points, 24 segments forming six alternating square layers, and 13 circles. The areas of the six polygonal layers form a sequence of 36, 18, 9, 4.5, 2.25, and 1.125 square units, with a constant ratio of $1/2$. The second unit is obtained through translation $T(6,0)$, while each ideal unit possesses D4 dihedral symmetry. The audit identified important discrepancies in the script, namely: incorrect object terminology, four undefined corner circles in Unit II, two circle groups not included in the display command, inconsistent line thickness, and a view range that did not explicitly encompass both units. After correction, the model consists of 48 principal points, 48 segments, and 26 circles that can be fully visualized. This model is suitable as a basis for parametric design and geometry instruction, but cannot yet be used to draw conclusions about ventilation performance, lighting, thermal behavior, or structural strength without further solid-void modeling and physical simulation.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Pendahuluan

Roster merupakan elemen dinding berlubang yang digunakan sebagai penyangkang cahaya, udara, pandangan, dan panas matahari sekaligus sebagai pembentuk ekspresi fasad. Dalam literatur internasional, elemen sejenis disebut breeze block, ventilation block, latticework, atau perforated screen. Kajian mutakhir menunjukkan bahwa roster tidak hanya diperlakukan sebagai komponen dekoratif, tetapi juga sebagai objek desain parametrik dan fabrikasi digital yang geometrinya dapat dioptimalkan sesuai kebutuhan ruang dan lingkungan (Shinohara, 2023; Castillo-DR et al., 2026; Susanto et al., 2025). Oleh karena itu, ketepatan representasi geometri menjadi tahap awal yang penting sebelum desain dikembangkan menjadi prototipe atau diuji performanya.

Geometri roster berhubungan dengan pengulangan modul, kesebangunan, simetri, transformasi, ketebalan bidang, serta rasio bagian terbuka dan tertutup. Dastoum et al. (2024) menunjukkan bahwa pola geometris pada fasad berporasi berperan dalam hubungan antara pencahayaan alami dan kinerja termal. Penelitian pada perforated screen facade juga memperlihatkan bahwa persentase porasi, ketebalan, jarak, dan konfigurasi pola merupakan variabel yang perlu dikendalikan karena memengaruhi distribusi cahaya, silau, serta pertukaran udara (Chi et al., 2017; Gupta & Deb, 2023; Srisamranrungruang & Hiyama, 2020). Namun, hubungan tersebut tidak dapat disimpulkan hanya dari gambar garis dua dimensi; model harus terlebih dahulu dibangun secara konsisten dan dapat direproduksi.

Pemodelan komputasional menyediakan cara untuk menjelaskan struktur desain secara eksplisit melalui koordinat, aturan pembentukan objek, dan transformasi. Dalam konteks geometri komputasional, bentuk dapat direpresentasikan sebagai himpunan titik, segmen, kurva, dan relasi spasial yang dapat dihitung dan diuji (de Berg et al., 2008). Pendekatan semacam ini juga relevan untuk arsitektur karena memungkinkan desain dibangun dari aturan yang terukur, diulang, dimodifikasi, dan disiapkan menuju fabrikasi (Pottmann et al., 2007; Wang et al., 2021).

Maple merupakan sistem komputasi simbolik yang menyediakan paket geometry untuk bekerja pada geometri Euclid dua dimensi. Paket tersebut mendukung objek point, segment, circle, square, dan berbagai objek konik, sedangkan perintah draw dapat digunakan untuk memvisualisasikan objek yang telah memiliki koordinat (Maplesoft, 2024a, 2024b). Maple juga menyediakan transformasi translation, rotation, reflection, dan dilatation yang sesuai untuk mengeksplorasi pola modular (Maplesoft, 2024c). Dengan demikian, Maple dapat menjadi media pemodelan sekaligus sarana pembelajaran geometri analitik dan transformasi.

Naskah yang dianalisis memuat skrip Maple untuk dua unit pola persegi berlapis dan lingkaran konsentris. Akan tetapi, naskah awal menggunakan istilah roaster dan menghubungkan elemen geometri dengan mesin penyangrai kopi. Interpretasi tersebut tidak didukung oleh bentuk visual maupun struktur kodenya. Pola yang ditampilkan berupa dua modul persegi identik dan berulang, sehingga lebih konsisten ditafsirkan sebagai desain roster arsitektural. Selain masalah terminologi, pemeriksaan awal menemukan ketidaksesuaian antara uraian, perintah program, dan gambar rekonstruksi.

Kesenjangan penelitian terletak pada belum adanya analisis yang memisahkan tiga tingkat klaim: struktur matematis model, ketepatan implementasi skrip, dan potensi performa arsitektural. Naskah awal mencampurkan ketiga tingkat tersebut sehingga beberapa interpretasi rekayasa dinyatakan tanpa parameter material atau simulasi. Padahal, model garis hanya dapat membuktikan koordinat, ukuran, transformasi, dan simetri; kinerja ventilasi, pencahayaan, termal, serta kekuatan memerlukan model solid-void, ketebalan, material, kondisi batas, dan validasi eksperimental.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan: (1) mendeskripsikan struktur geometri desain roster modular pada skrip Maple; (2) menganalisis transformasi, proporsi, dan simetri model; (3) mengaudit konsistensi antara sintaks, visualisasi, dan klaim jumlah elemen; serta (4) menyusun perbaikan skrip yang lebih reproduktif. Hasil penelitian diharapkan memberi kontribusi bagi pemodelan geometri komputasional, pengembangan desain roster parametrik, dan pembelajaran geometri berbasis perangkat lunak.

Metode

Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif-komputasional berbasis analisis dokumen teknis. Data primer terdiri atas skrip Maple dan gambar rekonstruksi yang terdapat pada naskah awal. Data sekunder berupa dokumentasi resmi Maple, buku geometri komputasional, serta artikel ilmiah mengenai computational design, roster, breeze block, latticework, dan perforated screen facade. Pendekatan ini dipilih karena objek penelitian bukan prototipe fisik, melainkan struktur kode dan representasi matematis desain.

Analisis dilakukan dalam lima tahap. Pertama, normalisasi terminologi dilakukan dengan membandingkan bentuk model dan penggunaan istilah dalam literatur. Istilah roaster dipertahankan hanya ketika merujuk pada naskah awal, sedangkan objek hasil revisi disebut roster karena berupa modul dinding berperforasi. Kedua, sintaks diinventarisasi menurut kategori point, segment, circle, draw, dan display. Inventaris ini digunakan untuk memeriksa jumlah objek yang didefinisikan dan jumlah objek yang benar-benar divisualisasikan.

Ketiga, seluruh koordinat titik dipetakan pada bidang Kartesius. Panjang sisi, diagonal, keliling, dan luas lapisan dihitung secara analitik. Hubungan Unit I dan Unit II diuji menggunakan translasi vektor $(6,0)$, sedangkan simetri internal diperiksa terhadap rotasi 90° , 180° , dan 270° serta refleksi pada sumbu horizontal, vertikal, dan dua diagonal pusat. Keempat, audit skrip dilakukan dengan membandingkan tiga komponen: narasi artikel, objek yang didefinisikan dalam kode, dan objek yang muncul dalam perintah display.

Kelima, skrip diperbaiki dengan prinsip perubahan minimum. Perbaikan mencakup penambahan lingkaran sudut pada Unit II, penyamaan ketebalan garis homolog, pemasukan seluruh kelompok lingkaran ke dalam display, dan perluasan rentang view untuk dua unit. Visualisasi hasil perbaikan direkonstruksi untuk memeriksa keterbacaan pola. Validasi dinyatakan terpenuhi apabila: (1) dua unit memiliki jumlah elemen homolog yang sama; (2) Unit II merupakan translasi tepat dari Unit I; (3) seluruh objek yang didefinisikan dapat ditampilkan; dan (4) struktur ideal mempertahankan simetri D_4 .

Penelitian ini tidak menghitung performa ventilasi, pencahayaan, termal, atau kekuatan. Artikel tentang fasad perforasi digunakan untuk menjelaskan relevansi dan arah pengembangan, bukan sebagai bukti bahwa model yang dianalisis telah memiliki performa tertentu. Pembatasan ini diperlukan agar kesimpulan tetap sesuai dengan jenis data yang tersedia.

Hasil dan Pembahasan

Normalisasi Terminologi dan Identifikasi Objek

Pemeriksaan visual menunjukkan bahwa desain terdiri atas dua bidang persegi berdampingan, masing-masing memiliki bingkai, persegi dan belah ketupat berlapis, lingkaran konsentris, serta lingkaran bantu di sisi dan sudut. Tidak terdapat unsur yang secara eksplisit merepresentasikan drum, ruang bakar, poros, transmisi, atau komponen mesin penyangrai. Oleh karena itu, istilah roaster pada naskah awal tidak konsisten dengan objek yang dimodelkan. Istilah roster dipilih karena lebih sesuai dengan konfigurasi modular fasad dan juga digunakan dalam penelitian Indonesia tentang non-conventional roster brick (Susanto et al., 2025).

Perubahan terminologi bukan sekadar perbaikan ejaan. Istilah yang tepat menentukan kerangka teoritis, jenis referensi, dan batas klaim. Ketika model disebut mesin sangrai, lingkaran ditafsirkan sebagai drum dan poros sehingga artikel memasuki ranah perpindahan panas mesin.

Ketika model dikenali sebagai roster, fokus yang lebih tepat adalah geometri modular, simetri, pola perforasi, pengulangan, serta kesiapan menuju simulasi fasad. Pergeseran ini menghilangkan referensi yang tidak relevan tentang mesin kopi dan menggantinya dengan sumber yang mendukung desain komputasional dan fasad berperforasi.

Inventaris Elemen Geometri

Struktur utama setiap unit dibangun dari 24 titik yang membentuk enam lapisan segiempat. Unit I berada pada rentang $x = 0$ sampai $x = 6$ dengan pusat (3, 3), sedangkan Unit II berada pada rentang $x = 6$ sampai $x = 12$ dengan pusat (9, 3). Setiap lapisan dibentuk oleh empat segmen, sehingga terdapat 24 segmen per unit. Susunan ini menghasilkan pergantian persegi sejajar sumbu dan persegi yang berotasi 45° .

Pada rancangan ideal, setiap unit memiliki lima lingkaran konsentris dengan radius 3; 2,1; 1,5; 1; dan 0,5 satuan, empat lingkaran bantu pada pertengahan sisi dengan radius 0,5, serta empat lingkaran sudut dengan radius 0,77. Dengan demikian, jumlah ideal adalah 13 lingkaran per unit. Rekapitulasi elemen setelah koreksi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Inventaris elemen geometri model setelah koreksi

Jenis elemen	Per Unit	Dua Unit	Fungsi geometris
Titik utama	24	48	Simpul enam lapisan segiempat
Segmen	24	48	Membentuk persegi dan persegi rotasi
Lingkaran konsentris	5	10	Kurva berpusat sama dengan radius bertingkat
Lingkaran bantu sisi	4	8	Elemen berulang pada empat arah kardinal
Lingkaran sudut	4	8	Elemen berulang pada empat kuadran
Total lingkaran	13	26	Seluruh lingkaran pada desain ideal

Proporsi Lapisan Persegi

Enam lapisan segiempat menunjukkan aturan skala yang sangat teratur. Bingkai terluar adalah persegi sisi 6 dengan luas 36 satuan persegi. Lapisan kedua dibentuk dari titik tengah sisi bingkai; diagonal horizontal dan vertikalnya masing-masing 6, sehingga luasnya 18. Lapisan ketiga adalah persegi sisi 3 dengan luas 9. Pola yang sama berulang pada lapisan keempat, kelima, dan keenam.

Luas berturut-turut adalah 36; 18; 9; 4,5; 2,25; dan 1,125. Setiap lapisan memiliki luas setengah dari lapisan sebelumnya. Hubungan ini dapat ditulis sebagai deret geometri berikut.

$$A_n = 36(1/2)^{n-1}, \quad n = 1, 2, \dots, 6 \quad (1)$$

Rasio $1/2$ muncul karena pembentukan lapisan berikutnya dilakukan dengan menghubungkan titik-titik tengah sisi lapisan sebelumnya. Operasi tersebut mempertahankan pusat dan menghasilkan persegi baru dengan luas setengah dari persegi asal. Tabel 2 menunjukkan ukuran setiap lapisan.

Lapisan	Bentuk	Ukuran utama	Luas	Rasio terhadap sebelumnya
1	Persegi sejajar sumbu	$s = 6$	36	-
2	Persegi rotasi 45°	$d_1 = d_2 = 6$	18	$1/2$
3	Persegi sejajar sumbu	$s = 3$	9	$1/2$

Lapisan	Bentuk	Ukuran utama	Luas	Rasio terhadap sebelumnya
4	Persegi rotasi 45°	$d_1 = d_2 = 3$	4,5	1/2
5	Persegi sejajar sumbu	$s = 1,5$	2,25	1/2
6	Persegi rotasi 45°	$d_1 = d_2 = 1,5$	1,125	1/2

Tabel 2. Proporsi enam lapisan segiempat pada setiap unit

Persamaan Lingkaran, Translasi, dan Simetri

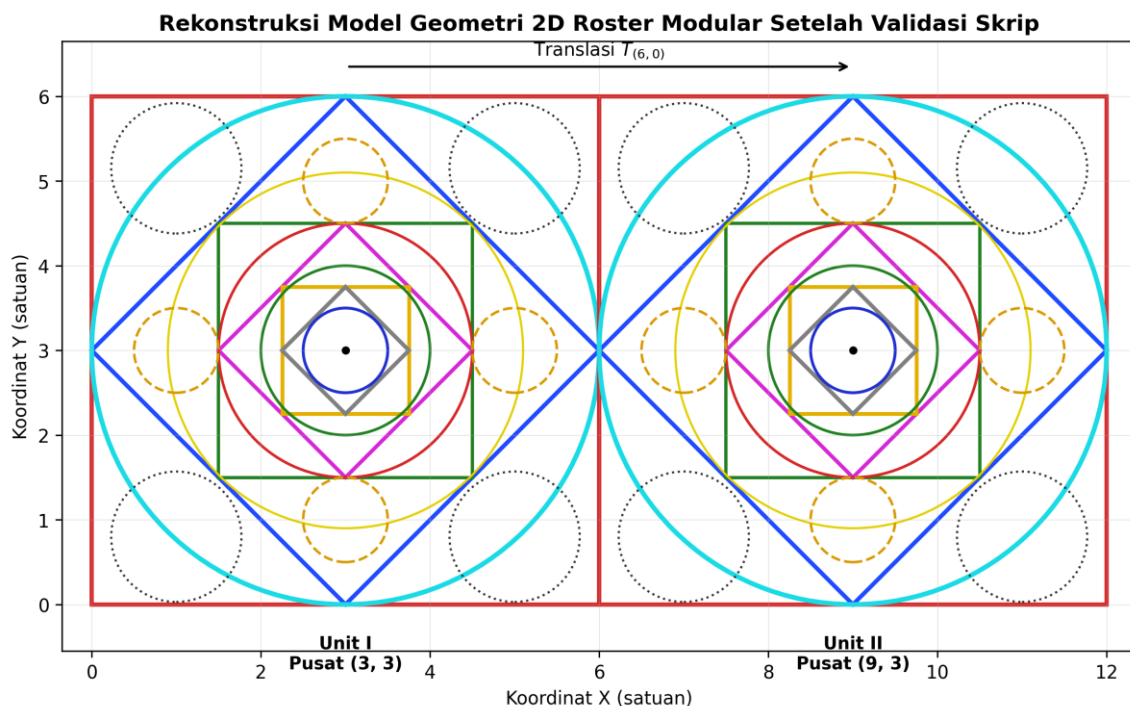
Lima lingkaran utama pada setiap unit memiliki pusat yang sama. Untuk Unit I, setiap lingkaran memenuhi persamaan $(x - 3)^2 + (y - 3)^2 = r^2$, sedangkan Unit II memenuhi $(x - 9)^2 + (y - 3)^2 = r^2$. Radius bertingkat tidak membentuk rasio tunggal, sehingga desain lingkaran bersifat hierarkis tetapi bukan deret geometri yang seragam.

Hubungan antarunit merupakan translasi horizontal murni. Setiap titik $P(x, y)$ pada Unit I dipetakan ke $P'(x + 6, y)$ pada Unit II. Transformasi tersebut mempertahankan jarak, sudut, luas, dan orientasi sehingga kedua unit kongruen.

$$T_{(6,0)}(x, y) = (x + 6, y) \quad (2)$$

Dalam satu unit, susunan ideal invariant terhadap rotasi 90°, 180°, dan 270° di sekitar pusat serta refleksi terhadap sumbu horizontal, sumbu vertikal, dan dua diagonal. Delapan operasi tersebut membentuk simetri dihedral D_4 , yaitu kelompok simetri persegi. Kehadiran D_4 menjelaskan mengapa satu aturan pada satu kuadran dapat direplikasi ke tiga kuadran lain tanpa mengubah karakter pola.

Simetri memiliki konsekuensi praktis bagi desain. Komponen dapat dikonstruksi secara prosedural dari bagian yang lebih kecil, pengeditan parameter dapat dilakukan serempak, dan kesalahan koordinat dapat dideteksi melalui pelanggaran terhadap pasangan homolog. Dalam computational design, penggunaan transformasi isometri juga mendukung reproduksibilitas dan efisiensi fabrikasi karena bentuk dapat diulang tanpa distorsi (Jiang et al., 2021).



Gambar 1. Rekonstruksi model geometri 2D roster modular setelah validasi skrip

Audit Konsistensi Skrip Maple

Audit menunjukkan bahwa gambar rekonstruksi pada naskah awal lebih lengkap daripada perintah Maple yang dicantumkan. Hal ini berarti gambar tidak dapat direproduksi secara identik

apabila pembaca hanya menjalankan skrip yang tersedia. Dalam artikel berbasis komputasi, perbedaan tersebut merupakan masalah metodologis karena skrip harus menjadi sumber visual yang dapat diperiksa ulang.

Lima ketidaksesuaian utama ditemukan. Pertama, empat lingkaran sudut hanya didefinisikan untuk Unit I sehingga jumlah lingkaran kedua unit tidak sama. Kedua, objek s13 yang memuat lingkaran radius 2,1 tidak dimasukkan ke daftar display. Ketiga, objek s19 yang memuat lingkaran sudut juga tidak ditampilkan. Keempat, ketebalan persegi internal berbeda antara Unit I dan Unit II, yaitu $\text{thickness} = 4$ dan $\text{thickness} = 6$, padahal keduanya dinyatakan identik. Kelima, perintah akhir menggunakan $\text{view} = 0..6$, sedangkan komentar menyatakan bahwa dua unit memerlukan rentang x sampai 12. Ringkasan audit disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil audit dan perbaikan skrip Maple

No.	Temuan pada skrip awal	Dampak	Perbaikan
1	Lingkaran sudut Unit II belum didefinisikan	Jumlah elemen homolog tidak sama; simetri antarunit gagal	Tambahkan empat circle pada pusat (7; 5,15), (11; 5,15), (11; 0,80), dan (7; 0,80) dengan $r = 0,77$
2	s13 tidak masuk display	Lingkaran konsentris $r = 2,1$ tidak terlihat	Masukkan s13 dalam daftar display
3	s19 tidak masuk display	Lingkaran sudut Unit I tidak terlihat	Masukkan s19 dan objek sudut Unit II dalam display
4	Ketebalan segmen hijau berbeda	Unit yang seharusnya identik tampak tidak konsisten	Samakan thickness untuk s2 dan s8
5	$\text{view} = 0..6$ pada kanvas dua unit	Unit II berisiko terpotong atau tidak terbingkai utuh	Gunakan $\text{view} = [0..12, 0..6]$ atau rentang dengan margin
6	Istilah roster dan interpretasi mesin sangrai	Referensi serta klaim rekayasa tidak sesuai objek	Normalisasi menjadi roster dan batasi klaim pada geometri

Reproduksibilitas dan Pengembangan Parametrik

Setelah koreksi, model memiliki 48 titik utama, 48 segmen, dan 26 lingkaran yang tersusun secara homolog pada dua unit. Perintah display memasukkan seluruh objek dengan rentang pandang dua unit. Kondisi ini memenuhi validasi minimum, yaitu kesesuaian jumlah, transformasi, simetri, dan keterlihatan objek.

Meskipun demikian, skrip masih menggunakan koordinat hard-coded. Setiap titik ditulis satu per satu sehingga perubahan ukuran modul memerlukan penyuntingan banyak baris. Bentuk yang lebih parametrik sebaiknya mendefinisikan ukuran modul L , pusat (a, b) , faktor skala, daftar radius, dan vektor translasi. Titik lapisan berikutnya dapat dibentuk melalui fungsi midpoint, rotation, atau procedure sehingga perubahan satu parameter memperbarui seluruh model.

Pendekatan parametrik penting karena computational design tidak hanya menghasilkan gambar, tetapi juga mendefinisikan ruang alternatif desain. Susanto et al. (2025) memperlihatkan bahwa pengembangan roster nonkonvensional dapat menghubungkan pemodelan parametrik, optimasi, dan fabrikasi digital. Shinohara (2023) juga menekankan bahwa bentuk breeze block perlu dipahami bersama kompleksitas performanya. Model Maple dalam penelitian ini dapat menjadi tahap awal, tetapi perlu dikembangkan dari gambar garis menjadi geometri bidang dan volume.

Implikasi bagi Desain Fasad dan Pembelajaran Matematika

Sebagai desain fasad, pola memiliki keunggulan berupa modularitas, keteraturan, dan kemampuan ditessulasi secara horizontal maupun vertikal. Translasi antarmodul dapat diperluas menjadi $T(mL, nL)$ untuk bilangan bulat m dan n . Dengan aturan tersebut, satu unit dasar dapat membentuk panel yang lebih luas tanpa mendefinisikan ulang seluruh koordinat.

Namun, model saat ini belum menetapkan bagian mana yang merupakan massa padat dan mana yang merupakan bukaan. Garis persegi dan lingkaran saling berpotongan, tetapi tidak membentuk operasi Boolean yang menentukan bidang berlubang. Karena itu, rasio perforasi belum dapat dihitung secara sah. Rasio bukaan baru dapat ditentukan setelah wilayah solid dan void didefinisikan.

$$\varphi = (A_{\text{bukaan}} / A_{\text{modul}}) \times 100\% \quad (3)$$

Literatur menunjukkan bahwa persentase perforasi dan konfigurasi pola berpengaruh terhadap pencahayaan dan kenyamanan visual, sedangkan ketebalan serta jarak lapisan juga berkaitan dengan kinerja termal dan ventilasi (Elsiana & Arifin, 2024; Elsiana & Mintorogo, 2025; Srisamranrungruang & Hiyama, 2021). Akan tetapi, Persamaan (3) pada penelitian ini hanya merupakan kerangka metrik untuk pengembangan, bukan hasil pengukuran model yang ada.

Dalam pembelajaran matematika, model memiliki nilai yang kuat. Mahasiswa dapat mempelajari koordinat Kartesius, titik tengah, persamaan lingkaran, luas poligon, deret geometri, translasi, rotasi, refleksi, kongruensi, dan simetri D4 dalam satu konteks visual. Maple memungkinkan objek tersebut dibangun secara simbolik dan divisualisasikan, sehingga hubungan antara persamaan dan bentuk dapat diamati langsung. Aktivitas audit kode juga mengembangkan computational thinking karena mahasiswa harus memeriksa konsistensi data, pola, dan hasil visual.

Model dapat dikembangkan menjadi proyek pembelajaran berbasis desain. Mahasiswa dapat diminta mengubah faktor skala, radius, warna, atau jumlah modul; menghitung rasio area; membandingkan variasi simetri; dan menulis procedure untuk menghasilkan pola otomatis. Tahap berikutnya dapat menghubungkan Maple dengan perangkat CAD atau simulasi arsitektural untuk menguji keterbangunan dan performa.

Keterbatasan dan Agenda Penelitian Lanjutan

Keterbatasan pertama adalah data hanya berupa skrip dan gambar dua dimensi. Tidak tersedia ukuran fisik, ketebalan roster, jenis material, metode sambungan, atau prototipe. Keterbatasan kedua adalah garis yang berpotongan belum menentukan topologi bidang, sehingga tidak diketahui secara pasti bentuk bukaan akhir. Keterbatasan ketiga adalah validasi dilakukan secara analitik dan visual, belum melalui eksekusi lintas versi Maple atau perbandingan dengan perangkat CAD.

Penelitian lanjutan perlu mengembangkan model parametrik berbasis prosedur, menentukan operasi Boolean solid-void, mengekstrusi geometri menjadi 3D, dan menetapkan ketebalan minimum web. Setelah itu, variasi desain dapat dievaluasi melalui rasio bukaan, penggunaan material, stabilitas, pencahayaan alami, silau, dan aliran udara. Kajian fasad perforasi menunjukkan bahwa optimasi perlu mempertimbangkan beberapa tujuan sekaligus, bukan hanya estetika (Chi et al., 2017; Dastoum et al., 2024; Huang et al., 2024).

Validasi fisik juga diperlukan. Prototipe dapat dibuat melalui cetak 3D atau cetakan beton, kemudian diuji terhadap ketepatan dimensi, kemudahan pelepasan cetakan, ketahanan elemen tipis, dan kualitas sambungan antarunit. Untuk penggunaan sebagai fasad, simulasi daylight dan computational fluid dynamics perlu dibandingkan dengan pengukuran ruang nyata agar rekomendasi desain tidak hanya bersifat visual.

Simpulan dan Saran

Penelitian ini merevisi objek kajian dari roaster menjadi roster karena struktur visual berupa dua modul persegi berulang lebih sesuai dengan elemen breeze block atau fasad berperforasi daripada mesin penyangrai. Model ideal terdiri atas dua unit berukuran 6×6 satuan dengan pusat (3, 3) dan (9, 3). Setiap unit memiliki 24 titik utama, 24 segmen, dan 13 lingkaran. Enam lapisan

segiempat memiliki luas 36; 18; 9; 4,5; 2,25; dan 1,125 satuan persegi, sehingga membentuk deret geometri dengan rasio $1/2$.

Unit II merupakan hasil translasi $T(6,0)$ dari Unit I, sedangkan masing-masing unit ideal memiliki simetri D_4 . Audit skrip menemukan ketidaksesuaian antara definisi, display, dan gambar, terutama lingkaran sudut Unit II yang belum dibuat, objek lingkaran yang tidak ditampilkan, ketebalan garis yang berbeda, dan rentang view yang tidak sesuai. Perbaikan menghasilkan model homolog yang terdiri atas 48 titik utama, 48 segmen, dan 26 lingkaran.

Maple layak digunakan untuk eksplorasi geometri analitik, transformasi, simetri, dan desain modular. Namun, model yang tersedia masih berupa line model sehingga belum membuktikan fungsi ventilasi, pencahayaan, termal, atau kekuatan. Penelitian berikutnya disarankan mengubah skrip menjadi parametrik, mendefinisikan wilayah solid-void, membangun model 3D, serta melakukan simulasi dan pengujian prototipe. Dengan langkah tersebut, model dapat berkembang dari visualisasi matematis menjadi desain roster yang dapat dinilai secara arsitektural dan fabrikatif.

Daftar Rujukan

- Castillo-DR, R., Paris-Viviana, O., & Bosch-Gonzalez, M. (2026). Taxonomy of small-format latticework for building energy modeling. *VLC Arquitectura*, 13(1), 243–263. <https://doi.org/10.4995/vlc.2026.25232>
- Chi, D. A., Moreno, D., & Navarro, J. (2021). Impact of perforated solar screens on daylight availability and low energy use in offices. *Advances in Building Energy Research*, 15(1), 117–141. <https://doi.org/10.1080/17512549.2018.1550439>
- Chi, D. A., Moreno, D., Esquivias, P. M., & Navarro, J. (2017). Design optimisation of perforated solar façades in order to balance daylighting with thermal performance. *Building and Environment*, 125, 383–400. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.09.007>
- Dastoum, M., Sánchez-Guevara, C., & Arranz, B. (2024). Efficient daylighting and thermal performance through tessellation of geometric patterns in building façade: A systematic review. *Energy for Sustainable Development*, 83, 101563. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2024.101563>
- de Berg, M., Cheong, O., van Kreveld, M., & Overmars, M. (2008). *Computational geometry: Algorithms and applications* (3rd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-77974-2>
- Elsiana, F., & Arifin, L. S. (2024). Daylighting evaluation of perforated screen façade with light shelf in the tropics. *DIMENSI: Journal of Architecture and Built Environment*, 51(1), 39–48. <https://doi.org/10.9744/dimensi.51.1.39-48>
- Elsiana, F., & Mintorogo, D. S. (2025). Annual daylight performance of perforated screen facade in loft office in the tropics. *DIMENSI: Journal of Architecture and Built Environment*, 52(2), 95–109. <https://doi.org/10.9744/dimensi.52.2.95-109>
- Gupta, V., & Deb, C. (2023). Envelope design for low-energy buildings in the tropics: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 186, 113650. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113650>
- Huang, L., Zou, K., Zhang, X., & Zhao, S. (2024). Effects of non-uniform perforated solar screen on daylighting and visual comfort performance. *Journal of Building Engineering*, 97, 110684. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2024.110684>
- Jiang, C., Wang, H., Ceballos Inza, V., Dellinger, F., Rist, F., Wallner, J., & Pottmann, H. (2021). Using isometries for computational design and fabrication. *ACM Transactions on Graphics*, 40(4), Article 42. <https://doi.org/10.1145/3450626.3459839>
- Maplesoft. (2024a). Overview of the geometry package. Maple Help. <https://www.maplesoft.com/support/help/maple/view.aspx?path=geometry>
- Maplesoft. (2024b). geometry[draw]. Maple Help. <https://www.maplesoft.com/support/help/maple/view.aspx?path=geometry%2Fdraw>

- Maplesoft. (2024c). Transformations in the geometry package. Maple Help.
<https://www.maplesoft.com/support/help/maple/view.aspx?path=geometry%2Ftransformation>
- Maplesoft. (2024d). Maple 2024 user manual.
https://www.maplesoft.com/documentation_center/Maple2024/UserManual.pdf
- Pottmann, H., Asperl, A., Hofer, M., & Kilian, A. (2007). Architectural geometry. Bentley Institute Press. ISBN 978-1-934493-04-5. <https://www.architecturalgeometry.at/>
- Shinohara, H. (2023). Rethinking breeze blocks: A study of form and performance complexity in Hong Kong's building designs. In Proceedings of CAADRIA 2023: Human-Centric (Vol. 2, pp. 633–642). <https://doi.org/10.52842/conf.caadria.2023.2.633>
- Srisamranrungruang, T., & Hiyama, K. (2020). Balancing of natural ventilation, daylight, thermal effect for a building with double-skin perforated facade. Energy and Buildings, 210, 109765. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109765>
- Srisamranrungruang, T., & Hiyama, K. (2021). Correlations between building performances and design parameters of double-skin facade utilizing perforated screen. Japan Architectural Review, 4(3), 533–544. <https://doi.org/10.1002/2475-8876.12222>
- Susanto, D., Alifa, R. P., Aylien, S., & Alkadri, M. F. (2025). Advancing building façade design: Digital fabrication of an optimized non-conventional roster brick prototype. Journal of Asian Architecture and Building Engineering. Advance online publication.
<https://doi.org/10.1080/13467581.2025.2505795>
- Wang, Z., Song, P., & Pauly, M. (2021). State of the art on computational design of assemblies with rigid parts. Computer Graphics Forum, 40(2), 633–657.
<https://doi.org/10.1111/cgf.142660>