

Mempromosikan Desain Parametrik Untuk Pengajaran Arsitektur di Indonesia: Strategi Model Pembelajaran

Wendy Sunarya¹, Yusvika Ratri Harmunisa², Rizka Tiara Maharani³, Heru Subiyantoro⁴

¹UPN Veteran Jawa Timur, Fakultas Arsitektur dan Desain, Jalan Rungkut Madya No.1, Surabaya 60294, Jawa Timur, Indonesia

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Article History:</i> Received: 2021-08-14 Received in revised form: 2022-10-24 Accepted on: 2022-10-31 Available Online: December 2022</p> <hr/> <p><i>Keywords:: Parametric Design, Architecture Education, Digital Design Technology Rhinoceros-Grasshopper (Desain Parametrik, Pendidikan Arsitektur, Teknologi Desain Digital, Rhinoceros-Grasshopper)</i></p> <hr/> <p>Corresponding Author: Wendy Sunarya Fakultas Arsitektur dan Desain, UPN Veteran Jawa Timur wendy.ar@upnjatim.ac.id ORCID ID:</p>	<p><i>Parametric design is a new architectural design approach which is developing for the last decade. This development is supported by the advance of digital architecture technology, allowing designers to engage in complex geometry modelling and design optimization efficiently using parametric design software. One of parametric design software, Rhinoceros-Grasshopper, has been interconnected to several building simulation packages, which gives new usefulness for architectural design process. Parametric design is likely to be a standard skill that should be possessed by Architect in the future. This study discusses parametric design application for architectural design process and its trend for the context of architectural education in Indonesia. It aims to give a strategy and model instruction for parametric design teaching, especially in the university level. Literature review and Youtube Channel exploration were conducted to discuss the implementation of parametric design. In order to examine the trend of parametric design in Indonesia, the data analysis was conducted based on channel analytics from one of Youtube channel promoting parametric design and survey aiming architecture lecturer.</i></p> <p>Desain parametrik (parametric design) merupakan pendekatan baru dalam merancang arsitektural yang semakin berkembang sejak satu dekade terakhir. Perkembangan ini didukung kemajuan teknologi arsitektur digital yang memungkinkan perancang melakukan pemodelan geometri kompleks dan optimisasi desain secara efisien melalui penggunaan program desain parametrik. Salah satu program desain parametrik, Rhinoceros-Grasshopper, telah terkoneksi ke berbagai program simulasi bangunan sehingga memberi kegunaan baru dalam perancangan arsitektur. Merancang secara parametrik akan menjadi kemampuan standar arsitek. Studi ini membahas penerapan desain parametrik pada proses perancangan arsitektural serta perkembangan tren-nya pada konteks pendidikan arsitektur di Indonesia. Tujuannya untuk memberi arahan strategi dan model pengajaran desain parametrik pada tingkat universitas. Kajian literatur dan eksplorasi Channel Youtube dilakukan untuk membahas penerapan desain parametrik. Untuk melihat tren perkembangan desain parametrik di Indonesia, analisis data dilakukan berbasis channel analytics satu akun Youtube yang mempromosikan desain parametrik dan survey terhadap pengajar arsitektur</p>

1. Pendahuluan

Desain Parametrik (*Parametric design*) merupakan suatu pendekatan baru dalam merancang arsitektural yang berbasis konsep perubahan parameter untuk menghasilkan

berbagai bentuk geometri kompleks. Pendekatan ini semakin berkembang karena mampu menghasilkan banyak alternatif desain secara instan (generatif) melalui penggunaan *software* pemodelan parametrik. Beberapa praktisi menganggap bahwa desain parametrik hanya sebagai sebuah teknik untuk membantu proses desain karena harus melibatkan penggunaan *software* pemodelan parametrik (Zarei, 2012). Namun, menurut Schumacher (2009), desain parametrik telah berkembang menjadi sebuah gaya baru, *parametricism* atau Arsitektur Parametrik, karena telah menginspirasi pergerakan baru dengan nilai-nilai baru dalam berarsitektur.

Desain parametrik merupakan tren digital arsitektur yang berbeda dengan tren digital yang sebelumnya, seperti CAD (*Computer Aided Design*) dan BIM (*Building information Modelling*). Aplikasi CAD dan BIM secara umum dipergunakan sebagai alat bantu pembuatan representasi atau gambar digital dari objek desain, sedangkan pemodelan parametrik merupakan alat komputasi untuk manipulasi geometri, eksplorasi dan evaluasi alternatif desain pada tahap desain konseptual (Holzer, 2015). Penerapan pemodelan parametrik tidak akan berhenti untuk mengembangkan bentuk geometri arsitektural, tetapi juga memecahkan masalah sosial dan lingkungan melalui teknik-teknik baru yang semakin berkembang (Heidari et al., 2018). Hal ini didukung dengan interoperabilitas (keterhubungan) antar program pemodelan parametrik dengan simulasi bangunan. Interoperabilitas tersebut memungkinkan arsitek melakukan optimisasi desain berbasis parametrik untuk mencari solusi optimal dari berbagai alternatif desain yang dihasilkan (Naboni et al., 2013; Paoletti et al., 2011; Pratt & Bosworth, 2011). Misalnya, optimisasi desain parametrik dapat diterapkan untuk menentukan ukuran bukaan yang ideal pada fasad agar dapat memasukan aliran udara yang cukup dan menghalangi sinar matahari yang berlebihan. Dalam hal ini, kenyamanan bangunan dengan strategi desain pasif dapat dioptimalkan dengan pengolahan fasad yang adaptif terhadap cuaca (Mufidah et al., 2021) dan hal tersebut dapat direalisasikan dengan mudah melalui pendekatan optimisasi desain parametrik.

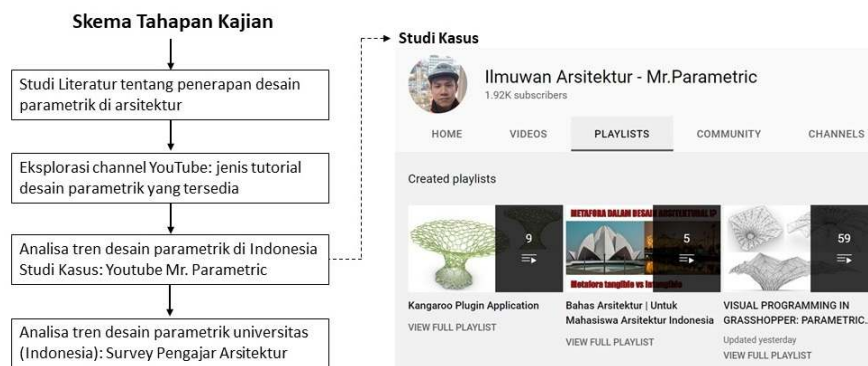
Salah satu program digital pemodelan parametrik yang mudah digunakan arsitek serta memiliki interoperabilitas tinggi dengan simulasi bangunan adalah Rhinoceros-Grasshopper (Eltaweel & Yuehong, 2017). Rhinoceros merupakan program pemodelan bentuk 3D dengan Grasshopper sebagai plugin-nya yang memungkinkan arsitek memodelkan dan memodifikasi bentuk 3D di Rhinoceros secara instan melalui pemrograman. Grasshopper menyediakan komponen algoritma grafis untuk proses pemrograman sehingga arsitek tidak perlu memiliki kemampuan atau pengetahuan bahasa pemrograman ketika menggunakannya. Berbagai plugin tambahan tersedia di Grasshopper untuk pengoperasian berbagai program simulasi yang dapat dihubungkan dengan model 3D yang divisualisasikan di Rhinoceros.

Cepat atau lambat, merancang secara parametrik sangat mungkin menjadi salah satu kemampuan standar yang harus dimiliki di dunia arsitektur (Riekstins, 2018). Berbagai universitas di berbagai negara pun telah mulai memasukan desain parametrik pada kurikulum pendidikan arsitektur (Soliman et al., 2019) Studi ini membahas potensi penerapan desain parametrik pada proses perancangan arsitektural dan tren perkembangannya di Indonesia khususnya pada konteks pendidikan arsitektur. Studi ini bertujuan untuk memberi arahan strategi dan model pengajaran desain parametrik dalam konteks pendidikan arsitektur di Indonesia pada tingkat universitas.

2. Bahan dan Metode

Ada empat tahapan kajian pada studi ini (Gambar. 1), yang pertama adalah studi literatur untuk mengkaji penerapan desain parametrik pada proses perancangan arsitektur. Pada tahap ini, pencarian studi dilakukan melalui Google Scholar dan dibatasi untuk studi dalam tujuh tahun terakhir yang mengaplikasikan program Rhinoceros-Grasshopper. Tahap kedua adalah mengkaji

hasil eksplorasi sumber dan materi desain parametrik yang tersedia di Internet pada platform Youtube. Kajian difokuskan pada beberapa *Channel* Youtube terpopuler (dari jumlah *subscriber*) yang mendemonstrasikan tutorial penggunaan Grasshopper untuk pemodelan bentuk, simulasi dan optimisasi desain. Tahapan ketiga yaitu kajian berbasis analisa data yang dilakukan dari studi kasus salah satu Channel YouTube, *Ilmuwan Arsitektur -Mr. Parametric*, dari Indonesia yang telah aktif mempromosikan desain parametrik sejak September 2020. Akun ini tercatat telah menghasilkan 93 video tutorial desain parametrik dan memiliki sekitar 1940 pengikut (*subscribers*) serta telah ditonton sekitar 80.000 kali (*views*) hingga Oktober 2022. Tahapan terakhir adalah menganalisis data survey terhadap pengajar arsitektur. Survey dilakukan dengan menyebarkan kuesioner ke berbagai universitas di Indonesia melalui kolega atau pimpinan terkait, khususnya yang tergabung dalam APTARI (Asosiasi Pendidikan Arsitektur Indonesia) yang menjadi wadah komunikasi dan kerjasama antar universitas untuk meningkatkan kualitas pendidikan arsitektur di Indonesia (APTARI, 2022). Semua hasil kajian dan analisis dari semua tahapan akan menjadi dasar di dalam merumuskan strategi dan model pengajaran desain parametrik pada pendidikan arsitektur di Indonesia.



Gambar 1. Channel Youtube Ilmuwan Arsitektur

(Sumber: <https://www.youtube.com/channel/UCtUkzjkFec2mND1wVkttu9Q/playlists>)

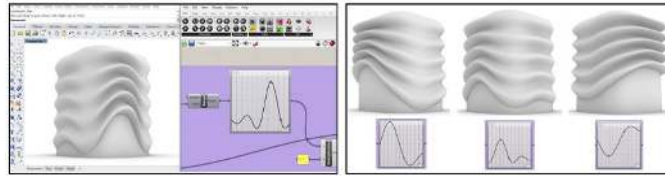
3. Hasil dan Diskusi

3.1. Studi literatur: Penerapan Desain Parametrik dalam Proses Desain Arsitektural

Desain parametrik dapat diterapkan untuk mendukung proses desain arsitektural dalam berbagai tahapan untuk tujuan yang berbeda-beda. Secara umum, desain parametrik dapat diterapkan dalam proses desain arsitektural untuk: (1) proses konseptualisasi desain, (2) studi dan pengembangan desain preseden, (3) fabrikasi digital dan (4) proses optimisasi desain pada tahap pengembangan.

Dalam proses konseptualisasi, desain parametrik dapat mendukung kreativitas perancang (Lee et al., 2014), khususnya dalam menghasilkan berbagai variasi bentuk unik dan yang belum terbayangkan sebelumnya (Gambar 2). Bentuk-bentuk yang dihasilkan secara instan melalui modifikasi parameter pada pemrograman memberi banyak pilihan desain yang dapat dievaluasi dan dikembangkan lebih jauh lagi. Secara teori, banyaknya variasi desain yang tersedia dapat mengarahkan perancang untuk menemukan suatu kebaruan bentuk (Duarte et al., 2012). Selain itu, adanya kecenderungan untuk memasukan pendekatan metafora dalam proses konseptualisasi dengan pendekatan desain parametrik. Agirbas (2018) menunjukkan bahwa perancang cenderung mengambil bentuk-bentuk organik dari alam sebagai inspirasi dalam

proses desain parametrik untuk menghasilkan desain yang unik. Dalam hal ini, pendekatan metafora membantu perancang untuk mengendalikan dan membatasi variasi yang terlalu banyak dari pemodelan parametrik dengan imajinasi metafora mereka. Desain parametrik juga mendorong perancang untuk berpikir dengan perspektif yang berbeda (*outside the box*) ketika merumuskan konsep desain, misalnya Ronagh & Mohammadjavad Mahdavinejad (2021) yang memanfaatkan algoritma pemrograman Grasshopper untuk menerjemahkan suara musik menjadi bentuk desain fasad bangunan. Proses konseptualisasi dengan pendekatan parametrik dapat menjadi lebih partisipatif karena klien dapat langsung dilibatkan dalam menilai dan memilih berbagai alternatif desain yang dihasilkan dari model parametrik secara interaktif.

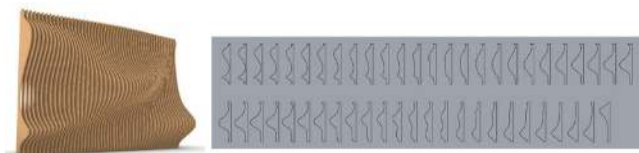


Gambar 2. Konseptualisasi dan eksplorasi bentuk unik di Rhinoceros-Grasshopper dengan modifikasi parameter grafik fungsi
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022)



Gambar 3. Pengembangan bentuk parametrik dari studi preseden; Kiri: Rasmi Dome (Iran); Kanan: The Roofless Church (Indiana)
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022)

Desain parametrik dapat diaplikasikan pada studi preseden dimana perancang mencari aturan dan pola tersembunyi dari suatu objek desain untuk dapat diterjemahkan kembali dalam pemrograman. Gambar 3 mengilustrasikan dua model yang direinterpretasi dan dikembangkan dari bentuk desain masa lalu, yaitu Rasmi Dome (Kubah bersejarah arsitektur Iran) dan The Roofless Church (Indiana). Proses penerjemahan ini dapat mendorong perancang untuk lebih memahami suatu konsep preseden yang dapat dikembangkan lebih baik lagi dalam waktu cepat. Misalnya, Mutaz et al. (2021) mempelajari aturan pola geometri islami pada bangunan bersejarah dan mendefinisikan ulang aturan tersebut di Grasshopper untuk menghasilkan pola geometri islami baru. Sementara itu, Maarouf & Zeid (2019) mempelajari bentuk Muqarnas (kubah dekoratif islami) dan memformulasikan ulang pola-hubungan dari bentuk tersebut pada pemrograman di Grasshopper untuk menghasilkan desain Muqarnas baru. Kedua studi tersebut menunjukkan bahwa desain parametrik memiliki potensi untuk menghidupkan kembali arsitektur masa lalu dengan pembaruan kreasi bentuk.



Gambar 4. Fragmentasi bentuk parametrik untuk persiapan fabrikasi digital
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022)

Desain parametrik juga dapat diterapkan untuk mendukung proses fabrikasi digital yang lebih efektif, khususnya untuk bentuk-bentuk yang rumit. Dalam hal ini, model digital yang dihasilkan dari Rhinoceros-Grasshopper dapat diolah lebih mudah untuk proses fabrikasi digital (Putro & Wirasmoyo, 2020) (Baquero et al., 2016). Informasi model yang dihasilkan dalam program desain parametrik dapat diekstraksi untuk pencetakan komponen-komponen model serta perakitannya. Informasi tersebut dapat berupa koordinat, bidang potongan (fragmentasi) atau ukuran per komponen (Gambar 4). Proses fabrikasi dengan bantuan desain parametrik dapat mendorong perancang untuk lebih mudah memahami sistem rangkaian dan konstruksi suatu struktur objek desain (Wanan, 2016). Hal tersebut akan memungkinkan arsitek untuk dapat lebih memperhatikan aspek keterbangunan dari suatu objek desain yang ia rancang.

Penerapan desain parametrik dapat dikombinasikan dengan alat simulasi dan analisis bangunan untuk proses optimisasi desain pada berbagai aspek. Hal ini didukung oleh ketersediaan berbagai *plugin* yang menghubungkan program desain parametrik dengan program simulasi bangunan. Misalnya, *Plugin Ladybug Tools* menghubungkan Grasshopper dengan program simulasi energi (*EnergyPlus*), pencahayaan (*Radiance*) dan iklim (*ENVI-met/ CFD*). Secara umum, ada dua metode optimisasi desain parametrik yang dapat dilakukan. Metode pertama yaitu dengan mengevaluasi hasil simulasi dari setiap alternatif desain yang dihasilkan secara parametrik. Misalnya, Aman et al. (2021) memanfaatkan *Ladybug Tools* untuk mengevaluasi berbagai ukuran, posisi dan orientasi jendela untuk meminimalisir energi lampu dan pendingin ruangan pada rumah kontainer. Sementara itu, Anton & Tanase (2016) melakukan analisis radiasi matahari untuk mencari bentuk kanopi yang dapat meminimalisir radiasi matahari. Metode kedua adalah dengan melibatkan algoritma genetik untuk secara otomatis mempelajari kombinasi parameter yang paling optimal dan menghasilkan berbagai alternatif desain yang unggul (Chen et al., 2008). Algoritma tersebut memungkinkan proses optimisasi desain menjadi jauh lebih cepat karena dapat menentukan beberapa alternatif unggul dari sekian ratusan atau ribuan alternatif tanpa harus mensimulasikannya satu per satu. Ada beberapa algoritma genetik yang dapat di gunakan di Grasshopper seperti *Galapagos* dan *Octopus*. Beberapa studi telah memanfaatkan algoritma genetik *Octopus* untuk mencari solusi tengah desain optimal antara pencahayaan alami dan penggunaan energi pendingin (Jalali et al., 2020, Zhu et al., 2020). Dalam studi tersebut, aspek pencahayaan alami dan energi bisa menjadi hal yang bertolak belakang karena radiasi matahari yang berlebihan dapat menambah beban energi pendingin ruangan. Studi-studi tersebut memperlihatkan bahwa optimisasi performa desain berbasis parametrik dapat diterapkan secara fleksibel pada berbagai elemen desain untuk peningkatan performa bangunan. Namun, hal tersebut membutuhkan keahlian tambahan spesifik seperti pengetahuan fisika bangunan dan kemampuan teknis pengoperasian *software* simulasi. Hal ini dapat ditunjang dengan sinergi lintas ilmu antara perancang dengan ahli simulasi bangunan.

3.2. Eksplorasi Youtube: ketersediaan materi pembelajaran desain parametrik

Tabel 1 merangkum Channel Youtube populer (> 10.000 *subscribers*) dari berbagai negara yang sebagian besar memuat konten teknik dan tutorial desain parametrik menggunakan Grasshopper. Hampir semua *Channel* aktif membagikan materi desain parametrik sejak 4-8 tahun lalu dan berhasil berkembang mendapatkan pengikut serta jumlah tayang yang signifikan hingga sekarang. Hal tersebut menunjukkan bahwa desain parametrik semakin diminati untuk diadopsi dalam dunia desain. Channel-channel tersebut kebanyakan berfokus pada tutorial dasar Grasshopper untuk pemodelan bentuk hingga pemodelan geometri kompleks. Salah satu strategi pemodelan parametrik yang efektif dan praktis untuk dipelajari dari sumber-sumber tersebut

adalah pemodelan berbasis pada studi kasus/ preseden. Strategi ini mendorong penonton untuk menganalisa dan mengurai pola-pola tersembunyi pada suatu objek desain agar dapat mendefinisikan ulang pola-pola tersebut dalam pemodelan parametrik. Strategi pemodelan tersebut sama prinsipnya dengan metode rekayasa balik (*Reverse Engineering*) yang dapat mendorong pemahaman konsep desain suatu objek dengan lebih cepat (Friedman, 2021).

Tabel 1. Channel Youtube populer yang memuat tutorial desain parametrik

No	Channel	Subscriber (±)	Jumlah Tayang (±)	Lokasi	Tahun Muncul
1	Rhino Grasshopper	67,9 k	5,342,827	United Kingdom	2015
2	How to Rhino	52,6 k	2,684,693	Serbia	2018
3	Gediminas Kirdeikis	32,6 k	2,256,893	Swedia	2008
4	Om. Egvo	29,4 k	2,484,103	Meksiko	2016
5	architutors	29,3 k	2,541,417	India	2017
6	Paramarch	19,7 k	2,924,089	United States	2015
7	Grasshopper Tutorials	17,3 k	771,754	-	2015
8	June Lee	13,6 k	1,047,860	Korea Selatan	2013
9	3D Beast	13,3 k	442,791	United States	2016

(Sumber: dokumentasi pribadi, Oktober 2022)

Banyaknya materi untuk pemodelan bentuk geometri kompleks didukung dengan berbagai *plugin* yang telah dikembangkan dan dibagikan oleh pengguna di seluruh dunia agar proses pemodelan parametrik dapat lebih kreatif dan efisien. Misalnya, Plugin Lunchbox dapat diaplikasikan secara praktis untuk menghasilkan variasi pola panel untuk desain fasad atau *secondary skin*. *Plugin* lain seperti Weavebird dapat digunakan untuk membuat bentuk yang futuristik dengan memperhalus lekukan dan menghasilkan bentuk anyaman. Hal ini menandakan bahwa penggunaan Grasshopper untuk eksplorasi bentuk akan semakin berkembang seiring dengan perkembangan *plugin-plugin* baru.

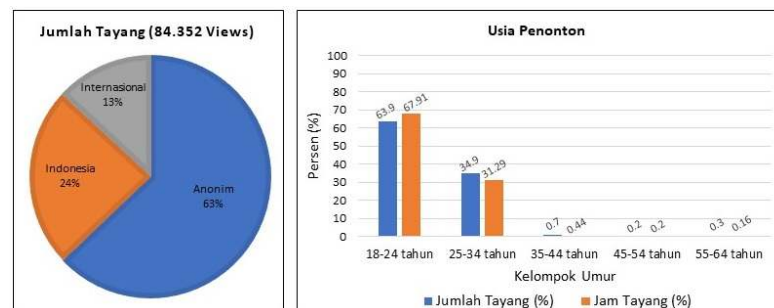
Konten tentang penerapan desain parametrik pada optimisasi performa bangunan pada *channel* Youtube yang populer memiliki porsi yang jauh lebih sedikit dibandingkan dengan materi pemodelan bentuk geometri. Beberapa channel (No 1,2,3,6 dan 7) membagikan materi penerapan desain parametrik untuk proses optimisasi desain bangunan dengan jumlah konten yang tidak banyak. Hanya Paramarch yang membagikan sekitar 30 konten tentang penggunaan Ladybug tools secara sistematis, dari panduan pengoperasian plugin hingga penerapan konkritnya untuk optimisasi desain. Sementara itu, *channel* lainnya memuat tidak lebih dari lima video mengenai penerapannya secara praktis. Konten-konten tersebut sebagian besar mendemonstrasikan penggunaan *plugin* Ladybug secara praktis untuk menganalisa radiasi matahari pada kulit bangunan dan menghasilkan bentuk-bentuk yang adaptif melalui optimisasi desain alat pembayangan (*shading device*), desain fasad serta konfigurasi bentuk bangunan. Ketersediaan konten tersebut mencerminkan bahwa penerapan desain parametrik untuk optimisasi performa desain masih jauh kurang diminati dibandingkan dengan penerapannya untuk mengeksplorasi bentuk geometri unik pada proses desain arsitektural.

Hasil eksplorasi Youtube mengindikasikan bahwa desain parametrik layak dikenalkan dan dipelajari pada pendidikan arsitektur untuk keperluan kreasi dan eksplorasi bentuk. Hal ini didukung oleh ketersediaan materi-materi di Youtube dan perkembangan signifikan dari *channel-channel* tutorial desain parametrik (Rhinoseros-Grasshopper). Selain itu, teknik pemodelan parametrik yang dipraktikkan untuk menghasilkan berbagai alternatif bentuk dapat meningkatkan kreativitas dalam proses desain (Putro & Pamungkas, 2019) (Lee et al., 2014). Hal tersebut dapat mendorong mahasiswa arsitektur untuk lebih mudah beradaptasi dengan proses

desain yang iteratif (berulang-ulang) serta dunia industri arsitektur yang selalu menuntut inovasi baru.

3.3. Channel analytics YouTube: "Ilmuwan Arsitektur – Mr. Parametric"

Gambar 5 (kiri) menunjukkan data statistik penonton channel "Ilmuwan Arsitektur" dari aspek geografi dan usia. Dari semua jumlah tayangan, channel ini mendapatkan jumlah tayang (views) terbanyak dari Indonesia sebesar 24%, sedangkan 13.1 % berasal dari negara-negara lain seperti United States, India, Turki, Australia, United Kingdom, dll. Sementara itu, 62.9% dari total jumlah tayang merupakan penonton anonim (menonton tanpa *sign in*). Gambar 5 (kanan) memperlihatkan jumlah tayang yang terdeteksi (signed in) berdasarkan kelompok usia. Jumlah tayang didominasi dari kalangan muda dimana sekitar 63,8% merupakan penonton berusia 18-24 tahun dan 34,9% berusia 25-24 tahun. Kelompok usia 18-24 tahun juga memiliki waktu tonton (watch hours) yang lebih besar (67.9%) dari kelompok usia 25-34 tahun (31.3%). Persentase tersebut mengindikasikan bahwa minat desain parametrik di Indonesia semakin sudah mulai tumbuh, khususnya pada kaum muda yang berada pada usia mahasiswa (18-25 tahun). Data tersebut memberi sinyal bahwa penerapan desain parametrik perlu dikenalkan di perkuliahan arsitektur untuk menjawab minat generasi baru mahasiswa arsitektur. Pengenalan program desain parametrik (Rhinoceros-Grasshopper) juga perlu dilakukan untuk membekali mahasiswa arsitektur dengan ketrampilan lebih yang relevan dengan perkembangan teknologi dunia saat ini. Soliman et al. (2019) menunjukkan bahwa berbagai Universitas di berbagai negara telah mulai mengenalkan dan memasukan desain parametrik pada kurikulum arsitektur.



Gambar 5. Kiri: Sumber Lokasi Penonton Channel Ilmuwan Arsitektur; kanan: Kelompok usia penonton

3.4. Tanggapan Kuesioner Pengajar Arsitektur

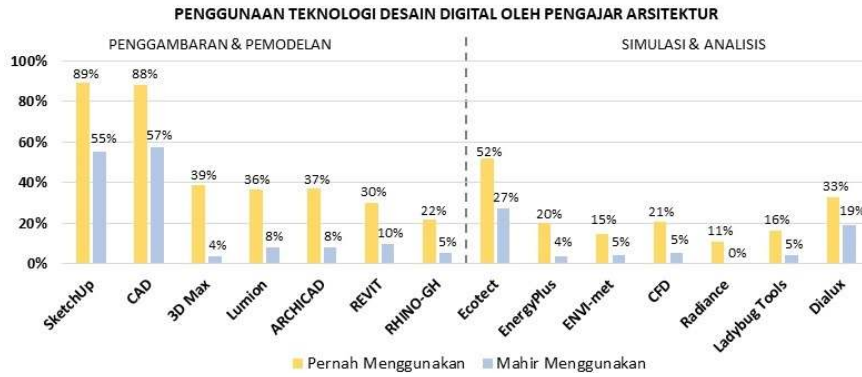
Ada 109 pengajar arsitektur yang menjadi responden dari kuesioner. Gambar 6 menunjukkan jumlah responden dari 44 Universitas di Indonesia yang sebagian besar berada di kota-kota besar di pulau Jawa. Dari daftar tersebut, 43 Universitas telah tergabung di APTARI sehingga jumlah responden pada studi ini dapat dianggap sebagai perwakilan awal dari pendidikan tinggi arsitektur Indonesia. Tanggapan mereka akan memberi gambaran mengenai tren teknologi desain digital, khususnya program desain parametrik, pada konteks pendidikan arsitektur di Indonesia.

UPN "Veteran" Jawa Timur, Surabaya (6)	Universitas Tanri Abeng, Jakarta (1)	Universitas Warmadewa, Bali (3)
ITS , Surabaya (9)	UKI, Jakarta (1)	Universitas Muhammadiyah Banjarmasin (1)
ITATS, SURABAYA (2)	BINUS, Jakarta (1)	Universitas Tanjungpura, Pontianak (2)
UNTAG, Surabaya (4)	UNPAR, Bandung (1)	Poltek Pontianak, Kalbar (1)
UAJY, Yogyakarta (11)	ITENAS Bandung (3)	UNIB Bengkulu (5)
UTY Yogyakarta (4)	ITB Bandung (5)	USU, Sumut (1)
Ull, Yogyakarta (1)	UMN, Banten (2)	UMA, Sumut (2)
Universitas PGRI Yogyakarta (1)	Institut Teknologi Indonesia, Banten (4)	ITERA, Lampung (2)
UNTAG, Semarang (1)	Universitas Pradita, Banten (1)	Universitas Bandar Lampung (2)
Unika Soegijapranata, Semarang (3)	Universitas Surakarta, Solo (2)	Universitas Adiwangsa Jambi (1)
UNS, Semarang (1)	UNMER, Malang (4)	USTJ, Papua (2)
ITB AD Jakarta (5)	BINUS, Malang (1)	Universitas Mataram, NTB (1)
Universitas Trisakti, Jakarta (1)	UKI Tomohon Sulut (1)	Universitas Nusa Cendana, NTT (1)
Universitas Agung Podomoro, Jakarta (1)	Universitas Fajar, Sulsel (1)	UCB NTT (1)
Universitas Gunadarma, Jakarta (4)	UHO Kendari, Sulteng (2)	

Gambar 6. Asal Responden (Pengajar Arsitektur) dari berbagai Universitas

Gambar 7 memberi informasi mengenai penggunaan teknologi desain digital oleh pengajar arsitektur. SketchUp dan CAD merupakan program yang sudah lazim digunakan oleh hampir semua pengajar arsitektur dan hampir separuh dari mereka dapat menggunakannya dengan lancar. Kurang lebih sepertiga responden pernah menggunakan program *rendering* seperti Lumion (36%) dan BIM, seperti Archicad (37%) dan Revit (30%) tetapi hanya sedikit yang mahir menggunakan program-program tersebut (tidak lebih dari 10%). Sementara itu, hanya 22% total responden yang pernah menggunakan program pemodelan parametrik, Rhinoceros-Grasshopper, dan hanya 5 % yang mampu menggunakannya dengan terampil. Hal ini mengindikasikan bahwa pengajar arsitektur di Indonesia telah terbiasa dengan alat desain digital konvensional untuk pemodelan dan visualisasi objek desain. Selain itu, beberapa pengajar telah mulai mengenal tren teknologi desain digital terbaru seperti desain parametrik dan BIM meskipun masih sedikit yang menggunakannya secara terampil.

Program simulasi dan analisis bangunan jauh lebih sedikit digunakan dibandingkan dengan program pemodelan dan penggambaran (Gambar 7). Program simulasi yang paling banyak dikuasai adalah Ecotect (52%) dan Dialux (33%). Sementara itu, tidak lebih dari 25% total responden pernah menggunakan EnergyPlus, ENVI-met dan CFD yang dapat terhubung dengan program desain parametrik. Ecotect dan Dialux paling banyak dikuasai dengan baik (27% dan 19%), sedangkan sangat sedikit yang menguasai program lainnya (tidak lebih dari 5%). Proporsi tersebut mencerminkan bahwa ada sekitar empat dari 20 pengajar arsitektur yang berpengalaman dalam simulasi bangunan (termal dan pencahayaan), sedangkan hanya ada satu yang berpotensi untuk mengajarkan praktek desain parametrik untuk optimisasi desain berbasis performa. Rasio tersebut mengindikasikan bahwa praktek optimisasi desain secara parametrik akan menjadi tantangan besar untuk direalisasikan pada pembelajaran arsitektur saat ini. Hal ini karena praktek optimisasi desain secara parametrik menuntut penguasaan program desain parametrik dan pemahaman ilmu fisika bangunan serta dukungan fasilitas computer yang memadai (hardware, software dan Internet).

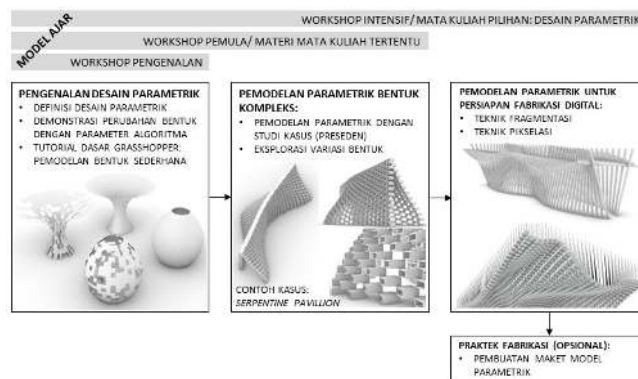


Gambar 7. Pengajar Arsitektur Dalam Menggunakan Teknologi Desain Digital

Gambar 8 menunjukkan pengalaman pengajar arsitektur dalam menerapkan program desain parametrik serta pendapat mereka mengenai pengenalan dan penerapannya pada kurikulum arsitektur. Terdapat 27% total responden pernah menerapkan program desain parametrik pada pekerjaan mereka, baik itu dioperasikan sendiri atau dengan bantuan orang lain (tim). Sementara itu, sebanyak 23% total responden mengaku pernah membimbing mahasiswa yang menerapkan program tersebut dalam studio perancangan. Sebagian besar pengajar arsitektur (79%) juga menyadari pentingnya pengenalan desain parametrik untuk pengajaran Arsitektur. Hasil survey tersebut menunjukkan bahwa tren desain parametrik sudah mulai tumbuh di lingkungan perkuliahan arsitektur di Indonesia. Dalam hal ini, pengajar dan mahasiswa arsitektur telah mulai sadar akan kegunaan dan potensi program desain parametrik pada proses perancangan arsitektur.



Gambar 8. Kiri: Pengalaman Pengajar Arsitektur Terhadap Software Desain Parametrik; Kanan: Pendapat Pengajar Arsitektur Terhadap Desain Parametrik



Gambar 9. Strategi model pengajaran desain parametrik

4. Simpulan

Desain parametrik layak dikenalkan dan dimasukkan dalam kurikulum pendidikan arsitektur masa kini. Mempelajari desain parametrik tidak sekedar hanya menguasai teknologi desain terbaru, tetapi juga mendalami metode baru untuk meningkatkan kreativitas dan menghasilkan inovasi desain. Penerapannya dapat dimulai dari pengaplikasian program desain parametrik, Rhinoceros-Grasshopper, untuk kreasi dan eksplorasi bentuk arsitektural. Hal-hal tersebut dapat diadopsi dalam berbagai tahapan proses desain dalam pengerjaan tugas studio perancangan, misalnya pada proses konseptualisasi, studi preseden, fabrikasi digital dan atau optimisasi desain.

Studi ini juga merumuskan strategi model pengajaran desain parametrik yang dapat dimulai pada pendidikan arsitektur di tingkat Universitas (Gambar 9). Secara umum, ada tiga tahapan inti yang dapat dikembangkan untuk pembelajaran desain parametrik, yaitu (1) tahap pengenalan; (2) tahap pemodelan bentuk kompleks dan (3) tahap persiapan fabrikasi digital – dengan atau tanpa praktek fabrikasi. Ketiga prosedur tersebut berfokus pada aplikasi desain parametrik untuk kreasi bentuk arsitektural dan dapat dikenalkan dalam kurikulum arsitektur dalam bentuk workshop, materi tambahan atau kuliah pilihan, tergantung pada sejauh mana pembelajarannya ingin didalami. Strategi model tersebut didukung oleh materi tutorial pemodelan bentuk desain parametrik di Youtube yang telah banyak tersedia sehingga dapat mendukung pembelajaran mandiri. Hal ini juga didukung dengan adanya minat desain parametrik di Indonesia yang didominasi oleh kalangan muda (18-35 tahun) serta adanya kesadaran akan tren desain parametrik yang mulai tumbuh di lingkungan perkuliahan.

Daftar Pustaka

- Agirbas, A. (2018). The Use of Metaphors as a Parametric Design Teaching Model. *Design and Technology Education: an International Journal*, 23(1), 40-54.
- Aman, J., Tabassum, N., Hopfenblatt, J., Kim, J. B., & Haque, M. D. (2021). *Optimizing container housing units for informal settlements-A parametric simulation & visualization workflow for architectural resilience*. Paper presented at the Proceedings of the 26th International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA), Hong Kong.
- Anton, I., & Tanase, D. (2016). Informed geometries. Parametric modelling and energy analysis in early stages of design. *Energy Procedia*, 85, 9-16.
- APTARI. (2022). About. Retrieved from <https://aptari.org/about/>
- Baquero, P., Orciuoli, A., Calixto, V., & Vincent, C. (2016). *Simulation and prototyping benefits on digital fabrication*. Paper presented at the SIGraDi: Crowdtinking. XX Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics.
- Chen, H., Ooka, R., & Kato, S. (2008). Study on optimum design method for pleasant outdoor thermal environment using genetic algorithms (GA) and coupled simulation of convection, radiation and conduction. *Building and Environment*, 43(1), 18-30.
- Duarte, J. P., Celani, G., & Pupo, R. (2012). Inserting computational technologies in architectural curricula. In *Computational design methods and technologies: applications in CAD, CAM and CAE education* (pp. 390-411): IGI Global.
- Eltaweel, A., & Yuehong, S. (2017). Parametric design and daylighting: A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, 1086-1103. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.011>

- Friedman, R. (2021). You Can Learn Anything Through Reverse Engineering. *Harvard Business Review*.
- Heidari, A., Sahebzadeh, S., Sadeghfar, M., & Taghvaei, B. E. (2018). Parametric Architecture in It's Second Phase Of Evolution. *Journal of Building Performance*, 9(1).
- Holzer, D. (2015). BIM and parametric design in academia and practice: the changing context of knowledge acquisition and application in the digital age. *International Journal of Architectural Computing*, 13(1), 65-82.
- Jalali, Z., Noorzai, E., & Heidari, S. (2020). Design and optimization of form and facade of an office building using the genetic algorithm. *Science and Technology for the Built Environment*, 26(2), 128-140.
- Lee, J. H., Gu, N., Jupp, J., & Sherratt, S. (2014). *Evaluating creativity in parametric design processes and products: a pilot study*. Paper presented at the Design Computing and Cognition'12.
- Maarouf, I. E., & Zeid, S. U. (2019). PARAMETRIC APPROACH FOR GENERATING NEW MUQARNAS. *Journal of Islamic Architecture*, 5(3), 111-118.
- Mufidah, M., Purwanto, L., & Sanjaya, R. (2021). Adaptasi Kinerja Bangunan Rumah Tinggal dengan Ventilasi Atap Responsif. *RUAS (Review of Urbanism and Architectural Studies)*, 19(1), 80-91.
- Mutaz, T., Khalid, Z., & Kamoona, H. H. A. (2021). The revival of the historic Islamic geometric pattern on the gate of The Al-Sharabeya School in Wasit City using the Grasshopper program. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences (PEN)*, 9(2), 389-399.
- Naboni, E., Maccarini, A., Korolija, I., & Zhang, Y. (2013, 2013). *Comparison of conventional, parametric and evolutionary optimization approaches for the architectural design of nearly zero energy buildings*. Paper presented at the Proceedings of the 13th Conference of International Building Performance Simulation Association, Chambéry.
- Paoletti, G., Avesani, S., Exner, D., & Lollini, R. (2011). *Designing low energy buildings: application of a parametric tool and case studies*. Paper presented at the 27th International Conference on Passive and Low Energy Architecture, Louvain La Neuve, Belgium.
- Pratt, K. B., & Bosworth, D. E. (2011). *A method for the design and analysis of parametric building energy models*. Paper presented at the International Building Performance Simulation Association Conference–Building Simulation.
- Putro, H. T., & Pamungkas, L. S. (2019). *Parametric Design In Phase Of Schematic Design Case Study: Student Creativity On Form Studies*. Paper presented at the 18th International Conference on Sustainable Environment and Architecture (SENVAR 2018).
- Putro, H. T., & Wirasmoyo, W. (2020). Aplikasi Fabrikasi Digital Arsitektur Studi Desain Parametrik Diagram Voronoi. *Nalars*, 19(1), 49-58.
- Riekstins, A. (2018). Teaching parametricism as a standard skill for architecture. *Journal of Architecture and Urbanism*, 42(1), 34-39. doi:<https://doi.org/10.3846/jau.2018.1476>
- Ronagh, E., & Mohammadjavad Mahdavinejad, A. K. (2021). *A New Paradigm in Generative Design Linking Parametric Architecture and Music to Form Finding*. Paper presented at the 9th ASCAAD Conference, Cairo.
- Schumacher, P. (2009). Parametricism: A new global style for architecture and urban design. *Architectural Design*, 79(4), 14-23.
- Soliman, S., Taha, D., & El Sayad, Z. (2019). Architectural education in the digital age: Computer applications: Between academia and practice. *Alexandria Engineering Journal*, 58(2), 809-818. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aej.2019.05.016>

- Wanan, S. (2016). *Teaching parametric design in architecture: a case study*. Paper presented at the Proc. Int. Conf. on the Arab Society for Computer Aided Architectural Design, London.
- Zarei, Y. (2012). *The challenges of parametric design in architecture today: Mapping the design practice*. The University of Manchester (United Kingdom),
- Zhu, L., Wang, B., & Sun, Y. (2020). Multi-objective optimization for energy consumption, daylighting and thermal comfort performance of rural tourism buildings in north China. *Building and Environment*, 176, 106841.