

Arsitektur Parametrik dengan Rhinoceros dan Grasshopper: Kajian Workflow dari Desain, Fabrikasi hingga Hitungan Kebutuhan Material.

Oleh: Athaillah, ST, M.Arch

Abstrak

Tulisan ini akan mencoba eksplorasi arsitektur parametrik. Eksplorasi diarahkan kepada penggunaan workflow dengan penerapan metode parametrik pada desain bangunan konvensional yang masih banyak dipraktikkan di Indonesia terutama di provinsi Aceh. Eksplorasi ini menghasilkan betapa workflow dengan metode parametrik sangat efisien dan dapat mengoptimalkan waktu desain dan konstruksi.

Keywords: *Parametrik, Algoritma, Generative design, Fabrikasi, Hitungan Material*

I. PENDAHULUAN

Hampir dua dekade lebih setelah lahirnya teknologi komputer dalam dunia arsitektur telah memasuki tahapan baru. Dimasa awal pengaruh komputer dalam dunia arsitektur hanya digunakan sebagai alat untuk membuat dokumentasi gambar. Perkembangan terus berlanjut ketahap penggunaan komputer dalam arsitektur untuk keperluan visualisasi. Selanjutnya era arsitektur parametrik. Pada tahapan ini kemungkinan-kemungkinan baru serta cara penggunaan komputer dalam arsitektur telah menawarkan area-area baru untuk dieksplorasi.

Perkembangan dan eksplorasi arsitektur parametrik berjalan sangat pesat. Hal ini terlihat semakin banyaknya desain-desain yang bermunculan dengan menggunakan pendekatan arsitektur parametrik. Zaha Hadid, Frank Gehry, Coop Himmelblau, LAVA, BIG, Toyo Ito, dan Norman Foster

merupakan sekelompok kecil dari sekian banyak biro-biro arsitektur dunia ternama yang telah menggunakan kelebihan-kelebihan dari pendekatan desain parametrik. Sebagai contoh, pendekatan perancangan dengan mengamati fenomena organik yang terjadi di alam telah mampu dengan mudah diterjemahkan kedalam perancangan arsitektur, hal ini akan sangat sulit dibayangkan untuk diimplementasikan jika tidak menggunakan pendekatan parametrik. Nordpark Railway station oleh Zaha Hadid Architects, *Watercube* oleh PTW dan LAVA di China merupakan salah satu contoh pendekatan struktur yang didapat di alam yaitu *voronoi system*. Bahkan baru-baru ini di Liverpool, Inggris, *Liverpool Villahermosa* menggunakan *skin twisted louvre* sehingga menampilkan wujud bangunan yang dramatis juga menggunakan pendekatan parametrik. Hal ini menunjukkan beberapa representasi dari pesatnya perkembangan arsitektur parametrik.

Pendekatan desain parametrik tidak hanya memberi ruang untuk mempermudah menerjemahkan bentuk-bentuk kompleks namun ada beberapa hal lain yang sangat membantu arsitek dalam proses merancang dan pengambilan keputusan desain. Pertama, dengan pendekatan parametrik arsitek ataupun desainer dapat menganalisa kemungkinan-kemungkinan deformasi geometri dengan cepat. Bahkan hanya dengan mengubah beberapa parameter tertentu arsitek sudah bisa menganalisa deformasi bentuk yang banyak dalam waktu yang relatif singkat. Hal ini tentunya akan berimplikasi untuk efisiensi waktu desain. Kedua, pada tahap analisis arsitek dapat langsung secara interaktif melihat kemungkinan-kemungkinan penyelesaian desain sehingga arsitek dapat dengan tepat menentukan arahan penyelesaian desain. Ketiga, pendekatan parametrik juga

memungkinkan arsitek untuk langsung memfabrikasi elemen-elemen bangunan dengan menggunakan teknologi CNC. Hal ini tentunya akan mengefisienkan pemakaian material yang akan digunakan pada desain sekaligus mempercepat proses konstruksi.¹ Ketiga hal diatas membuat kita dapat menyadari besarnya fleksibilitas dan keleluasaan dengan menggunakan pendekatan parametrik.

Tersedianya fleksibilitas dan keleluasaan dalam desain ini membuat penulis tertarik untuk mengeksplorasi lebih jauh potensi yang dimiliki oleh pendekatan parametrik dalam dua proyek pribadi penulis mulai dari desain, fabrikasi material bangunan dan menghitung kebutuhan material bangunan. Penulis akan mengulas pengalaman pada dua proyek tersebut, pertama adalah mahkota sebuah tugu di Simpang KKA, Aceh Utara, sementara yang berikutnya adalah sebuah rumah pribadi di Aceh Besar. Tujuan dari tulisan ini bukanlah untuk menjelaskan keunggulan atau kekurangan rancangan, namun lebih kepada ulasan *workflow* dengan pendekatan parametrik pada dua proyek tersebut.

Tulisan ini akan dibagi menjadi beberapa bagian yaitu pada bagian pertama kita akan mencoba menelaah pengertian arsitektur parametrik kemudian dilanjutkan kajian-kajian pendekatan perancangan dengan metode parametrik. Dibagian akhir kita akan mencoba melihat ulasan berdasarkan pengalaman penulis dalam dua proyek kecil dan bagaimana *workflow* dengan metode parametrik dapat membantu arsitek dalam mengefisienkan waktu dan hasil dari desain itu sendiri.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Parametrik

Istilah parametrik sendiri sudah dikenal dan digunakan dalam dunia matematika lebih dari satu setengah abad yang lalu. Pertama sekali ditulis oleh James Dana pada tahun 1837 dalam tulisannya *On the Drawing of Figures of Crystals*.² Eric Weisstein menjelaskan pengertian istilah parametrik dalam matematika dapat diartikan suatu persamaan yang menjelaskan kuantitas sebagai sebuah fungsi eksplisit dari variabel yang independen yang disebut dengan parameter.³

Seiring dengan perkembangannya istilah parametrik dalam arsitektur didefinisikan berbeda-beda pula oleh beberapa para ahli. Salah satunya Roland Hudson yang dalam disertasinya menyatakan bahwa semua desain adalah parametrik.⁴ Seperti ditekankan oleh Davies bahwa yang dipaparkan oleh ahli tersebut tidak ada salahnya mengingat dalam pengertian tersebut yang dimaksud dengan parameter adalah hal seperti biaya, tapak, dan material bangunan. Sementara lebih jauh Patrick Schumacher, salah satu prinsipal pada Zaha Hadid Architects, mengatakan bahwa desain parametrik sebagai sebuah style baru dalam arsitektur setelah modernism. Dalam pemahamannya Schumacher mengatakan parametrik juga terlepas dari dekonstruksi yang dianggap sebagai peralihan dari modern ke parametrik.⁵

Pemahaman parametrik yang ingin utarakan disini adalah tidak seperti penjelasan diatas namun parametrik yang dimaksud dalam tulisan ini adalah lebih kepada metode dalam merancang dengan *scripting/coding*. Dalam

¹ Zubin Khabazi, *Generative Algorithms (Using Grasshopper)*, 2012, 9.

² Pembahasan mengenai sejarah istilah parametrik dapat dilihat dalam disertasi yang disubmit ke RMIT oleh Daniel Davies yang berjudul *Modelled on Software Engineering: Flexible Parametric*

Models in the Practice of Architecture yang ditulis pada tahun 2013.

³ Eric Weisstein dikutip dalam diestasi Daniel Davies, 2013

⁴ Lihat penjelasan Daniel Davies dalam disertasinya hal 22-24.

⁵ Lihat penjelasan Daniel Davies dalam disertasinya hal 29-32.

melakukan *scripting/coding* kita akan bekerja dengan parameter dan komponen. Lebih lanjut pengertian parametrik dalam tulisan ini adalah sebuah metode merancang dengan menggunakan algoritma-algoritma sebagai *workflow* untuk mencari solusi terhadap permasalahan perancangan.

Selain istilah parametrik, seperti telah dipaparkan sebelumnya, dalam tulisan anda akan menemukan istilah algoritma. Secara sederhana Zubin Khabazi mendefinisikan istilah algoritma sebagai berikut:

“An Algorithm is a set of rules and instructions in a step by step procedure to calculate, process data and do a defined task”⁶

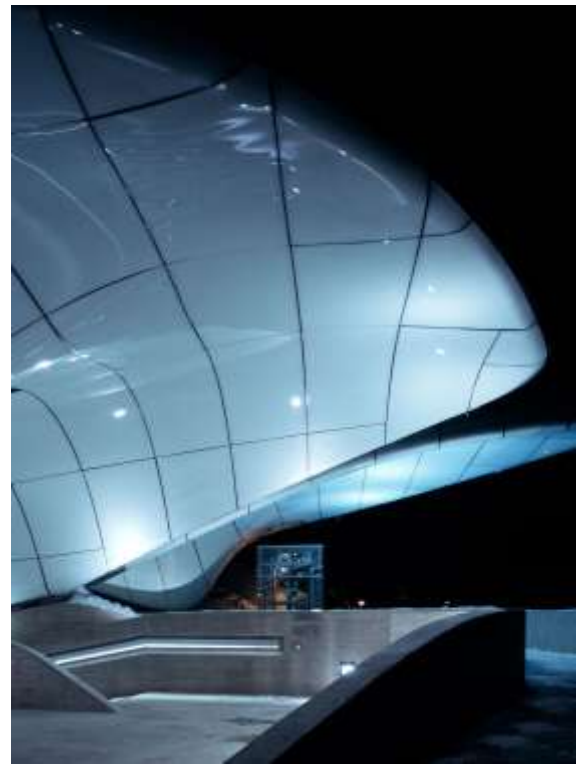
Pengertian diatas akan menjadi acuan kita untuk setiap kata algoritma yang digunakan dalam tulisan ini. Hal ini beralasan karena dalam Grasshopper kita akan menyusun aturan-aturan dan instruksi tertentu secara bertahap yang akan kita gunakan untuk menganalisa atau bekerja dengan algoritma tersebut.

2.2. Praktek Parametrik Dalam Dunia Arsitektur Kontemporer

Skeptisme penggunaan komputer dalam perancangan arsitektur sudah sangat lama sekali dipertanyakan oleh beberapa ahli teori arsitektur salah satunya oleh Christopher Alexander hampir setengah abad yang lalu.⁷ Skeptisme ini mungkin sedikit terjawab dengan perkembangan arsitektur parametrik dimana penggunaan komputer tidak hanya untuk keperluan dokumentasi ataupun representasi/visualisasi desain namun membuka peluang untuk eksplorasi komputer sebagai *generative tool*.⁸ Proses

generatif inilah yang digunakan dalam arsitektur parametrik sebagai salah satu bagian dari *problem solving*.

Pada bagian ini kita akan coba melihat beberapa contoh bangunan kompleks yang telah berhasil terealisasi yang penulis yakini telah menggunakan metode parametrik dalam proses perancangannya. Contoh pertama, kita akan mencoba melihat yang dirancang oleh Zaha Hadid Architects di Austria, yaitu Nordpark Railway Station.



Gambar 1
Nordpark Railway Station Entrance
(Sumber: <http://www.zahahadid.com/architecture/nordpark-railway-stations/>,
photographed by *Helene Binet*)

Seperti terlihat pada gambar diatas bangunan ini memiliki kompleksitas yang sangat tinggi.

⁶ Zubin Khabazi, *Generative Algorithms (Using Grasshopper)*, 2012, 7.

^{7,8} Jacobo Krauel, *Contemporary Digital Architecture: Design and Techniques*, Barcelona, Links: 2010, 119.

Secara konvensional desain yang seperti ini mungkin akan tidak terpikirkan bagaimana bisa terealisasi dengan baik. Hal seperti optimalisasi material yang digunakan pada bangunan tentunya akan menjadi pertimbangan untuk realisasi sebuah desain. Zaha Hadid Architects menjelaskan:

“New production methods like CNC milling and thermoforming guarantee a very precise and automatic translation of the computer generated design into the built structure.”

Dari penjelasan tersebut tersirat bahwa desain yang dibuat merupakan desain yang dihasilkan dengan komputer melalui *generative design process*. Dari sebuah model komputer tersebut kemudian bangunan ini menggunakan teknologi CNC ataupun Thermoforming untuk memproduksi bagian-bagian dari bangunan untuk kemudian dapat dikonstruksikan dengan sangat cepat dilapangan. Teknologi diatas telah memungkinkan memproduksi hasil yang memiliki akurasi yang sangat tinggi sehingga kesalahan dapat dihindari. Selain itu, proses produksi arsitektur yang seperti ini sangat efisien dalam hal waktu konstruksi bangunan.

Pada contoh ini metode desain parametrik telah memungkinkan untuk secara mudah mengakses teknologi produksi sebuah arsitektur. Dalam hal ini arsitek sudah dapat menganalisa efisiensi dan optimalisasi semenjak tahap awal perancangan untuk pengambilan keputusan penting bagaimana bangunan ini akan dikonstruksikan. Dalam hal ini menunjukkan *seamless workflow* antara desain dan produksi sebuah arsitektur.

Selanjutnya, kita akan beralih ke China sebuah bangunan kotak sederhana namun memiliki sistem struktur kompleks yaitu *Watercube Aquatic Centre*. Bangunan ini telah selesai dikonstruksikan pada tahun

2007 silam. Desain bangunan ini adalah hasil kompetisi yang dimenangkan oleh PTW Architects berkolaborasi dengan LAVA. Ukuran bangunannya sangat besar yaitu membentang 177 meter x 177 meter dengan ketinggian 30 meter dan bangunan ini tanpa ditopang oleh kolom didalamnya.

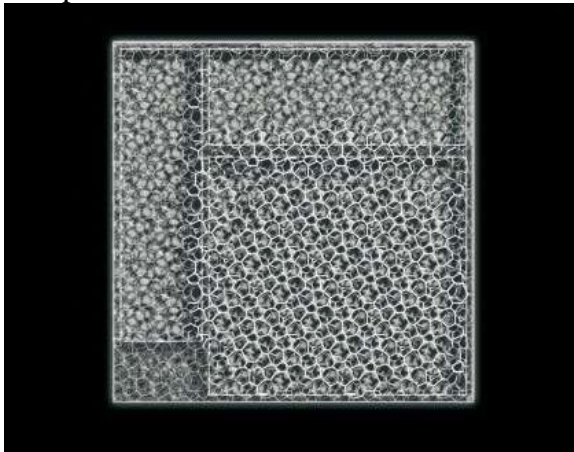


Gambar 2
Watercube Aquatic Centre di China
(Sumber: Weinstock, *Self-organisation and material construction*, 39)

Ide awal untuk struktur bangunan ini adalah busa sabun yang kemudian dianalisa lebih lanjut oleh tim arsitek dan *engineer* dari Arup. Bangunan ini memiliki 22.000 member baja bulat dengan 1200 titik sambung dan terdiri dari 4000 *bubbles*. Seluruh *bubbles* ini sebenarnya hanya dibentuk oleh 7 varian *bubbles* yang dibuat terlihat random dengan menggunakan *scripting*. Dalam hitungan menit *scripting* tersebut sudah mampu menawarkan solusi-solusi optimasi dan *buildability* untuk

konstruksi bangunan.⁹ Teknik fabrikasi digunakan untuk membuat untuk membuat komponen-komponen bangunan.

Disini terlihat jelas bagaimana metode parametrik dapat menyelesaikan permasalahan desain secara efisien sehingga struktur yang sangat besar tanpa kolom ini bisa terealisasi dengan optimal. Selain efisiensi waktu dan material yang digunakan metode parametrik juga menawarkan eksplorasi terhadap teknologi-teknologi baru untuk diimplementasikan dalam dunia konstruksi.



Gambar 3
Model digital *Watercube Aquatic Centre*
(Sumber: Weinstock, *Self-organisation and material construction*, 39)



Gambar 4
Prototipe model fisik *Watercube Aquatic Centre* yang telah difabrikasi menggunakan ETFE sebagai material penutup bangunan.
(Sumber: Weinstock, *Self-organisation and material construction*, 41)

Dua contoh bangunan dengan kompleksitas tinggi dari dua benua berbeda penulis pikir sudah memadai untuk mewakili intensi dari tulisan yang singkat ini. Tentunya masih sangat banyak lagi penerapan-penerapan metode parametrik yang sangat menarik untuk dieksplorasi dibelahan dunia lainnya. Dan penulis yakin metode ini akan terus berkembang dan terus melahirkan inovasi dalam arsitektur dimasa depan seiring dengan meningkatnya minat dari para pelaku arsitektur itu sendiri.

Perkembangan arsitektur parametrik semakin banyak diminati setiap belahan dunia, bahkan di Indonesia benih-benihnya sudah mulai bermunculan. Namun, di Indonesia pengaruh perkembangan arsitektur parametrik belum begitu bergema. Dalam beberapa kesempatan penulis juga telah melihat

⁹ Baca lebih lanjut Weinstock, Micheal. "Self-organisation and material construction." *Architectural Design* (March/April 2006): 34-41. Mengenai scripting matematika yang digunakan.

beberapa biro arsitektur di Jakarta, dalam melakukan perekrutan telah menambahkan nilai plus bagi yang menguasai metode parametrik. Lebih jauh beberapa universitas juga telah mulai mengajarkan desain parametrik ini kepada mahasiswanya diantaranya adalah ITB dan UPH. Hal ini mungkin masih terlalu dini dan naif untuk mengklaim bahwa arsitektur parametrik di Indonesia telah dimulai. Walaupun dalam prakteknya kegiatan desain parametrik telah dimulai namun klaim bahwa arsitektur parametrik telah merambah ke dunia arsitektur di Indonesia masih perlu di studi lebih lanjut. Benih-benih ini jika terus dirawat dengan baik tentunya akan membuahkan hasil dan menentukan perkembangan arsitektur parametrik di Indonesia.

Seperti telah kita lihat bahwa praktek arsitektur parametrik seperti pada contoh telah berhasil merealisasikan bentuk-bentuk dengan kompleksitas tinggi terealisasi secara efisien dan fisibel. Selain itu, pendekatan dengan metode parametrik ini juga menawarkan alur kerja yang berbeda dengan metode konvensional. *Workflow* inilah yang penulis coba adaptasikan terhadap proyek konvensional sederhana dengan geometri yang relatif tidak begitu kompleks seperti pada contoh-contoh yang telah dipaparkan diatas. Penulis meyakini *workflow* dengan metode parametrik ini akan dapat menawarkan kemudahan-kemudahan dan optimalisasi tidak hanya dalam hal proses desain namun hal-hal teknis pun dapat kita integrasikan pada saat yang bersamaan sehingga proses desain dapat berjalan secara simultan.

II. ANALISIS & PEMBAHASAN

3.1. Desain & Fabrikasi: Mahkota Tugu Simpang KKA, Aceh Utara

Sebelum kita memasuki lebih jauh tentang *workflow* pada desain dan fabrikasi desain mahkota Tugu simpang KKA ada baiknya penulis menjelaskan konsep dari tugu tersebut. Kondisi eksisting tugu ini telah ditinggalkan beberapa waktu yang *progress* pengerjaan konstruksi hampir 75%. Penulis tidak mendapatkan alasan yang jelas alasan tugu ini telah ditinggalkan begitu saja. Bergerak dari sini penulis selaku desainer pengembangan akhir tugu ini ingin menambahkan nilai yang dapat bermakna tentang kenapa tugu ini harus dibangun. Tugu ini dibangun untuk mengenang insiden berdarah yang terjadi di Simpang KKA sewaktu Aceh masih dalam operasi militer. Insiden terjadi tanggal 3 Mei 1999.

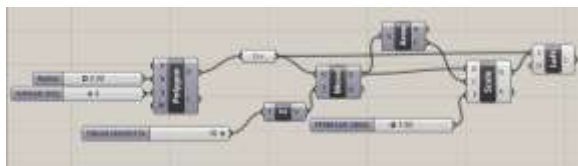
Tanggal kejadian ini kemudian menginspirasi desainer untuk memberikan sentuhan nilai pada tugu Simpang KKA ini. Tanggal kejadian insiden ini dijadikan konsep dengan pendekatan analogi angka dari tanggal menjadi geometri dari tugu itu sendiri. Tanggal kejadian diterjemahkan menjadi geometri berbentuk segitiga yang kemudian menjadi geometri dari mahkota tugu. Selanjutnya bulan kejadian diterjemahkan menjadi segi lima sebagai ornamen dari tugu. Sedangkan tahun kejadian diterjemahkan menjadi tinggi dari tugu yaitu 9.9 meter. berikutnya dimasukkan representasi rakyat Aceh dengan peta Aceh yang menempel pada mahkota tugu. Unsur keadilan yang diperjuangkan rakyat Aceh diterjemahkan melalui posisi mahkota yang diletakkan diatas alas bentuk piramida terpotong (*truncated pyramid*) yang terbalik secara seimbang. Waktu yang diberikan dari desain hingga konstruksi adalah dua bulan untuk menyelesaikannya. Hal ini pula yang

membuat desainer mencari material fabrikasi yang mudah dipasang sehingga ide tersebut diatas bisa terealisasi.



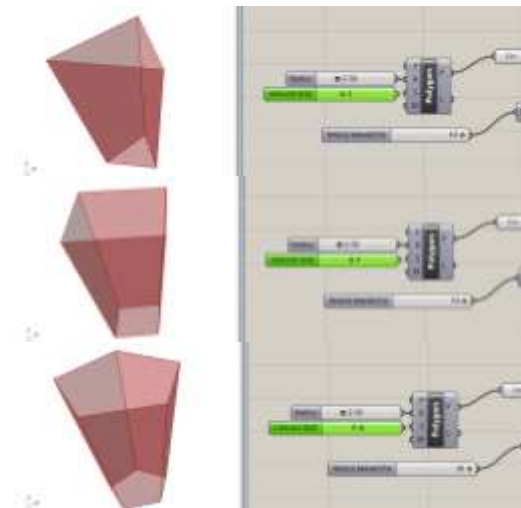
Gambar 5
Desain Tugu yang Dimaksud
(Sumber: Penulis, 2013)

Selanjutnya proses desain menggunakan software parametrik dalam hal ini Rhinoceros dan Grasshopper. Proses desain dengan metode parametrik ini benar-benar memberi peluang kepada desainer untuk dapat menganalisa secara akurat desainnya semenjak tahap awal dari proses desain. Pada kasus ini perubahan terhadap geometri perancangan akan sangat mudah dilakukan untuk keperluan analisa. Selain itu, informasi objek desain yang kita inginkan dapat kita berikan kepada kontraktor atau pihak fabrikasi secara lebih akurat. Pada objek perancangan ini penulis mencoba mengkombinasikan penggunaan dua software tersebut diatas secara simultan.



Gambar 6
Algoritma Grasshopper untuk Geometri Mahkota Tugu
(Sumber: Penulis, 2014)

Langkah pertama yang dilakukan adalah membuat algoritma pada grasshopper. Hanya dengan menggeser slider yang mendefinisikan jumlah segi maka kita akan memperoleh geometri yang bervariasi dalam waktu yang sangat cepat, kita bisa saja membuat geometri mahkota menjadi segi lima atau yang lainnya (hal ini tentunya kita kaitkan dengan konsep awal mahkota). Hal ini akan sangat membantu dalam pengambilan keputusan akhir disain. Bentuk geometri akhir dari mahkota tugu adalah piramida terpotong yang terbentuk dari segitiga.

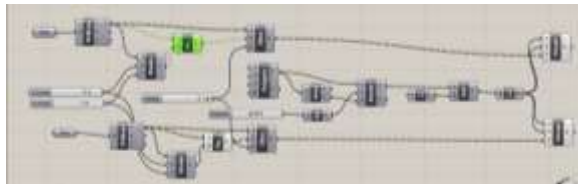


Gambar 7
Deformasi Geometri
(Sumber: Penulis, 2014)

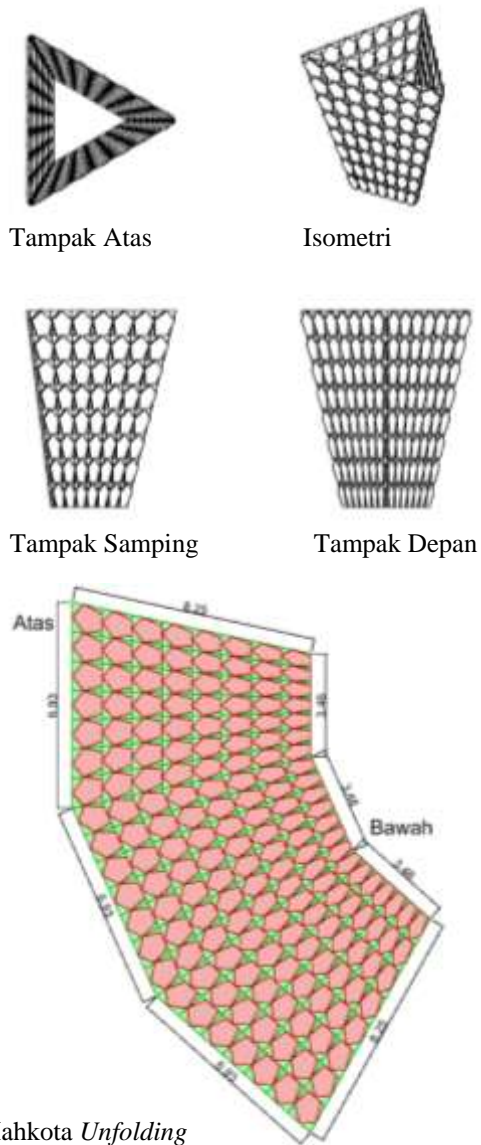
Setelah keputusan final maka geometri dari Grasshopper akan kita bawa menjadi geometri Rhinoceros. Hal ini dapat dilakukan dengan sangat cepat. Setelah objek menjadi geometri pada Rhinoceros tahap berikutnya adalah mendesain ornamen dari mahkota. Disini keputusan tentang material apa yang akan digunakan dan bagaimana material tersebut diproduksi harus sudah diputuskan. Dalam hal ini kita akan menggunakan GRC yang difabrikasi. Seperti

telah dipaparkan diatas keputusan material fabrikasi diambil karena waktu yang diberikan sangat singkat. Dikarenakan jumlah ornamen yang berbentuk segilima sangat banyak dan memiliki ukuran yang berbeda-beda per *surface*-nya, tentunya akan sangat membosankan jika kita menggambar dengan teknik konvensional.

Teknik *unfolding* diambil untuk memberikan informasi mahkota kepada pihak fabrikasi material. Hal ini dilakukan setelah beberapa analisa memberikan gambar potongan tidak akan dapat menyelesaikan masalah dan akan membuat produksi material mahkota tidak seperti terdesain. Proses *unfolding* dilakukan di Rhinoceros yang kemudian kita akan menggunakan kombinasi geometri sebelum *unfolding* dengan yang telah *unfolding* untuk gambar dokumentasi. Proses pembuatan gambar dokumentasi dilakukan di Rhinoceros (perintah *make2d* digunakan disini) setelah semua keputusan final terhadap objek perancangan.



Gambar 8
Algoritma Grasshopper Untuk Ornamen Mahkota
(Sumber: Penulis, 2014)



Gambar 9
Gambar Dokumentasi yang Dikirimkan Ke Pihak Fabrikasi Material.
(Sumber: Penulis, 2014)

Secara khusus gambar *unfolding* digunakan untuk mencetak bentuk mahkota serta ornamennya secara presisi oleh pihak fabrikasi GRC. Proses pembuatan seluruh gambar setelah desain final tidak lebih dari lima menit. Hal ini menunjukkan bagaimana dengan meintegrasikan parametrik *workflow* kita dapat berkerja berkali lipat lebih efisien

dibandingkan dengan sistem konvensional dalam memproduksi dokumentasi desain.

Perlu penulis jelaskan pada kasus ini penulis tidak mengintegrasikan seluruh komponen desain seperti peta Aceh dan alas mahkota pada geometri mahkota. Dimensi yang digunakan pada contoh diatas bukan ukuran sebenarnya seperti pada objek desain sebenarnya. Bukanlah hal yang rumit untuk memasukkan ukuran dan semua komponen desain yang sebenarnya. Hal ini disebabkan dalam menuliskan algoritma pada Grasshopper kita mendesain prototipe dari objek yang bisa dimodifikasi kapanpun sesuai dengan intensi desain. Oleh karena itu desain dengan cara seperti ini memiliki fleksibilitas sangat tinggi untuk optimalisasi. Hal ini dilakukan karena tujuan dari penjelasan ini adalah memberi gambaran tentang *workflow* parametrik yang penulis gunakan dari proses desain hingga fabrikasi material serta kemudahan-kemudahan serta akurasi yang didapatkan, hal ini diharapkan dapat diintegrasikan pada proyek yang berbeda.

3.2. Hitungan Kebutuhan Material: Rumah Tinggal Pribadi Di Aceh Besar

Proses desain hingga fabrikasi material yang telah dipaparkan sebelumnya telah membuat penulis bertanya bagaimana memperoleh informasi material jika bangunan menggunakan teknik konvensional. Hal ini sangat beralasan mengingat masih banyaknya konstruksi bangunan yang masih menggunakan sistem konvensional, terutama di provinsi Aceh. Selain itu, penulis mengharapkan algoritma ini dapat membantu pada proyek-proyek sosial ataupun proyek darurat yang membutuhkan perhitungan material secara cepat untuk bangunan yang relatif sederhana.

Sebelum kita berbicara proses perhitungan material yang dimaksud, ada baiknya kita

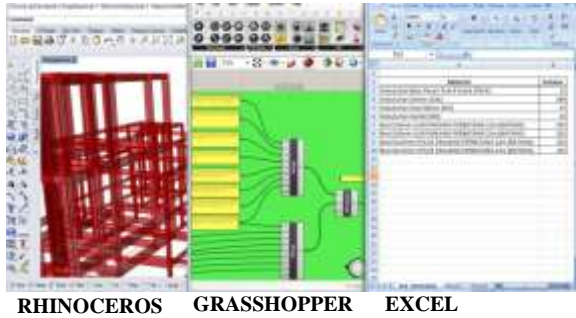
mengetahui konsep perancangan rumah tinggal pribadi di Aceh Besar ini. Rumah tersebut didesain dengan konsep *contemporary urban style*. Hal ini merupakan respon dari gaya hidup pemilik rumah yang menginginkan rumah tinggal sesuai dengan gaya hidup yang *simple*, modern dan *homy*. Pada saat bersamaan pemilik rumah ingin mengetahui kebutuhan material pada tahap proposal rumah dibuat sehingga mereka benar-benar punya bayangan tentang kebutuhan material yang dibutuhkan. Dengan alasan ini pula *workflow* dengan metoda parametrik digunakan untuk mendesain sekaligus menghitung kebutuhan material secara simultan.



Gambar 10
Desain Rumah di Aceh Besar
(Sumber: Penulis, 2014)

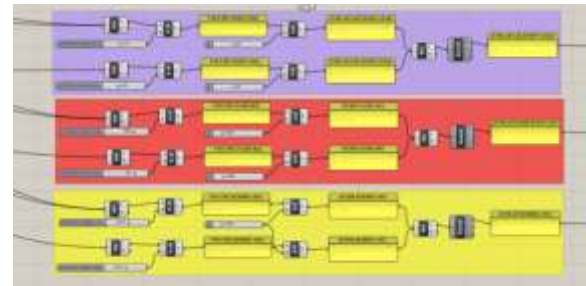
Perhitungan material yang digunakan pada proyek rumah pribadi di Aceh Besar yang akan dipaparkan pada tulisan ini dibatasi pada komponen struktural yaitu kolom, sloof dan balok. Alur kerja algoritma akan disusun sedemikian rupa sehingga bisa menggambarkan sistem struktur dari rumah yang ingin dibangun. Visualisasi dari sistem struktur rumah akan ditampilkan pada Rhinoceros dari hasil konstruksi algoritma pada Grasshopper. *Plugin* eksternal untuk Grasshopper digunakan dalam hal ini yaitu

yKTool untuk menjembatani antara Grasshopper dan Excel. Kemudian data perhitungan yang ada dalam Grasshopper akan langsung ditransfer ke program pengolah data dalam hal ini Microsoft Excel tanpa harus menulis secara manual.

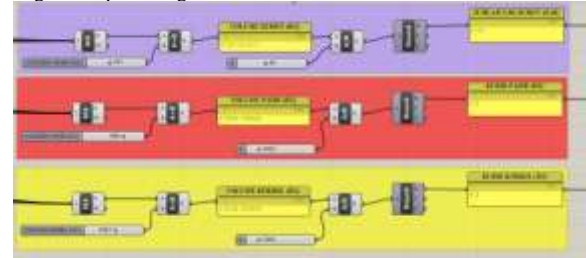


Gambar 11
Workflow dari Rhinoceros, Grasshopper sampai Ke Excel.
(Sumber: Penulis, 2014)

Untuk dapat menghitung kebutuhan material tersebut dibutuhkan pengetahuan akan standar tentang bangunan gedung, dalam hal ini Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk bangunan. Tapi tidak menutup kemungkinan untuk memasukkan koefisien material sesuai dengan penelitian atau pengalaman lapangan yang pernah dibuat. Pada kasus ini penulis akan memaparkannya dengan menggunakan SNI. Untuk kasus ini penulis menggunakan algoritma sebagai berikut dimana koefisien semen, pasir dan kerikil diperoleh dari SNI. Untuk menghitung material hanya dibutuhkan persamaan matematika sederhana, operasi perkalian dan pembagian, yang kemudian diterjemahkan dalam bentuk algoritma. Untuk material sloof dan balok akan memiliki algoritma yang sama.



Algoritma perhitungan material kolom



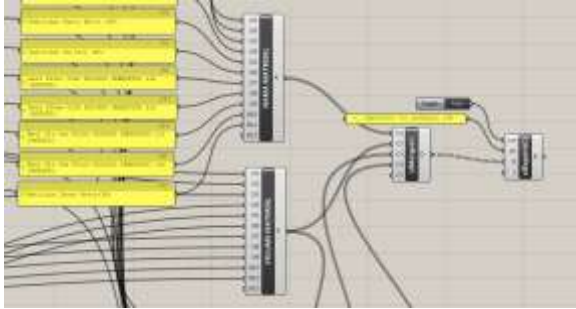
Algoritma perhitungan material sloof

Gambar 12
Algoritma perhitungan kebutuhan material kolom, dan Sloof.
(Sumber: Penulis, 2014)

Secara garis besar algoritma diatas hanya terdiri dari tiga bagian yaitu: penambahan semua volume kolom, sloof atau balok yang diperoleh dari model struktur yang kita buat. Tahap berikutnya adalah perkalian dengan koefisien material dan yang terakhir adalah konversi volume material sesuai dengan keadaan lapangan. Misalnya untuk menghitung semen pada contoh diatas koefisien yang digunakan memiliki satuan Kilogram sedangkan dilapangan semen dijual dengan satuan zak. Kita hanya membutuhkan operasi pembagian saja disini. Begitu juga dengan material seperti pasir yang pada operasi perkalian dengan efisien menghasilkan satuan meter kubik sedangkan dilapangan kita akan memesan pasir dengan satuan truk. Informasi ini akan sangat dibutuhkan oleh klien, dimana informasi yang sifatnya sangat teknis kita konversikan ke kondisi lapangan.

Selanjutnya seperti telah dijelaskan diatas adalah tahap penulisan data ditabulasikan ke

dalam Excel. Seperti telah dijelaskan diatas kita akan memakai bantuan plugin yKTool untuk menjembantani Grasshopper dengan Excel.



Gambar 13
Menuliskan Data ke Excel
(Sumber: Penulis, 2014)

Proses selanjutnya adalah mengambil semua data yang sudah ada kemudian di susun untuk dituliskan berurut sesuai dengan keinginan kita. Untuk melakukan hal ini komponen *Merge* dari Grasshopper digunakan yang kemudian disatukan kedalam komponen yKtool. Selanjutnya kita gunakan komponen untuk menuliskan data ke Excel (xlExport). Komponen terakhir anda boleh memilih untuk menuliskan per baris maupun per kolom. Setelah proses ini kita lalui semua kebutuhan material sudah dituliskan ke dalam program tabulasi data.

Anda hanya butuh sekali menuliskan algoritma selanjutnya anda dapat menggunakan algoritma anda untuk proyek yang berbeda. Untuk setiap desainer atau arsitek mungkin akan memiliki perbedaan dalam menuliskan algoritma. Hal ini lumrah dikarenakan dalam membuat algoritma akan sangat ditentukan oleh alur berfikir pribadi desainer atau arsitek. Artinya desainer atau arsitek dapat menciptakan metodologi dan aturan-aturan tersendiri dalam penggunaan algoritma.

Sebagai contoh, untuk algoritma bangunan yang sudah memiliki dinding sloof dan rengbalok berikut. Penulis membuat aturan bahwa garis yang dibuat di Rhinoceros tidak boleh polyline dan garis as berhenti sampai bertemu dengan kolom, jadi garis as yang memasuki kolom harus kita *trim* terlebih dahulu. Jika hal ini sudah dipenuhi maka melalui input di Grasshopper kita hubungkan dengan denah yang telah kita miliki. Jika telah terhubung secara simultan kita sudah mendapatkan hitungan volume material. Dalam hal ini penulis ingin menunjukkan secara khusus kebutuhan batu bata. Cara kita hanya perlu menghubungkan garis as yang telah kita buat dengan parameter Grasshopper yang telah disiapkan (dalam hal ini (Pilih beberapa kurva non polyline dan Pilih Kolom)).

Pada contoh ini penulis telah menggabungkan algoritma komponen menjadi kluster-kluster sehingga rumusan yang kita buat bisa diproteksi.

Metode parametrik sebenarnya telah memberikan peluang tidak saja untuk realisasi geometri-geometri kompleks dalam arsitektur. Namun, bentuk-bentuk arsitektur konvensional pun dapat mengambil manfaat dari perkembangan arsitektur parametrik salah satunya dengan memanfaatkan *workflow* seperti telah kita bahas pada tulisan ini. Pada contoh kasus rumah tinggal di Aceh Besar diatas sebenarnya kita telah membuat Building Information Modeling versi kita sendiri. Tentunya lewat kreativitas perkembangan arsitektur parametrik ini telah membuka peluang-peluang baru untuk eksplorasi.

IV. KESIMPULAN

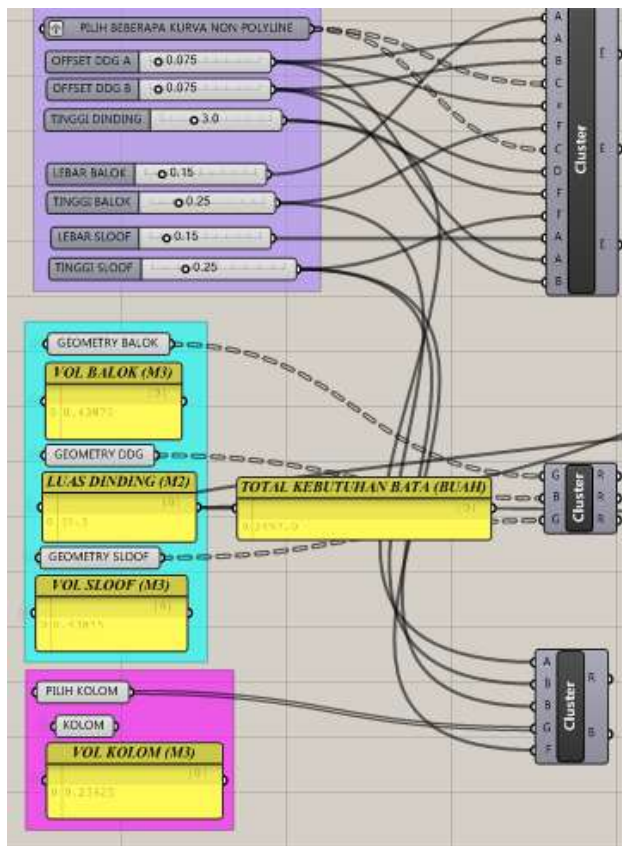
Perkembangan arsitektur parametrik telah membuka ranah baru untuk eksplorasi kepada hal-hal yang lebih inovatif. Seperti pada pembahasan pada tulisan ini efisiensi material, solusi terhadap permasalahan desain dapat berjalan secara simultan sehingga hal ini akan berpengaruh pada optimalisasi waktu desain dan konstruksi bangunan. Namun, semua kelebihan penggunaan metode parametrik dalam desain arsitektur seperti telah dipaparkan bukan menyatakan bahwa metode ini tanpa kelemahan.

Berbagai kelemahan diantaranya ada pendapat bahwa akan sulit dalam prakteknya untuk mengedit algoritma selain desainer dari algoritma itu sendiri yang melakukannya, sehingga terkadang harus memulai *scripting* dari awal kembali. Hal ini sejalan dengan dunia programming komputer dimana hanya programmernya sendiri yang mengetahui secara pasti alur kerja dari sebuah algoritma atau program yang telah disusun. Hal berikutnya adalah belum ada jembatan penghubung sehingga semua orang yang terlibat dalam suatu proyek dapat menyimpan algoritma dalam sebuah file pusat seperti prinsip yang bekerja dengan BIM. Oleh karena itu hal ini pula yang dapat menghambat kolaborasi yang lebih efisien.

Terlepas dari kekurangan-kekurangan yang masih dimiliki metode parametrik ternyata *workflow* yang begitu optimal telah berhasil merealisasikan produk dari sebuah arsitektur secara efisien. Penulis meyakini, dengan melihat perkembangan yang begitu pesat dalam arsitektur parametrik, ini akan dapat menjawab kekurangan-kekurangan tersebut dalam waktu dekat tentunya. Selanjutnya *workflow* yang ditawarkan dengan metode parametrik akan sangat berguna untuk diterapkan tidak hanya pada arsitektur



Garis As yang dibutuhkan → geometri setelah terhubung dengan Grasshopper



Algoritma Grasshopper

Gambar 14
Algoritma Dinding, Kolom, Sloof dan Balok
(Sumber: Penulis, 2014)

dengan kompleksitas tinggi namun arsitektur konvensionalpun dapat mengadopsi pendekatan metode parametrik untuk memperoleh hasil desain yang lebih optimal. Selanjutnya metode parametrik ini juga menawarkan ruang eksplorasi bagi proses kreatif desainer maupun arsitek untuk menentukan arah perkembangannya.

hadid.com/architecture/nordpark-railway-stations/>

DAFTAR PUSTAKA

Buku dan Jurnal:

- Addington, Michelle., Daniel Schodek. *Smart materials and new technologies*. Oxford :Elsevier, 2005.
- Armstrong, Rachel., Neil Spiller. "Protocell architecture." *Architectural Design* (March/April 2011).
- Davies, Daniel. "Modelled on Software Engineering: Flexible Parametric Models in the Practice of Architecture" PhD diss., RMIT University, 2013.
- Elkadi, Hisham. *Culture of glass architecture*. Burlington: Ashgate Publishing, 2006.
- Frampton, Kenneth. *Studies in tectonic culture*. Burlington: Ashgate, 2006.
- Khabazi, Zubin. *Generative algoritms (using grasshopper)*, 2012.
- Krael, Jacobo. *Contemporary digital architecture: Design and Techniques*, Barcelona, Links: 2010.
- Lynn, Greg."Blob." *Journal of philosophy and the visual arts* (1995): 158-168.
- Lynn, Greg. "Blob tectonics, or why tectonics is square and topology is groovy." *Any magazine* 14 (1998): 169-182.
- Oxman, Rivka., Robert Oxman. "The new structuralism." *Architectural Design* (July/August 2010).
- Thom, Faulders. "WYSIWYG (What You See is What You Get): The Work of Thom Faulders." *Praxis* 9 (2007): 50-59.
- Weinstock, Micheal. "Self-organisation and material construction." *Architectural Design* (March/April 2006): 34-41.

Website:

- Zaha-hadid. "Nordpark railway station, zaha-hadid." Accessed September 20, 2011. <
[13](http://www.zaha-</p></div><div data-bbox=)