

DIGITALISASI LOGO MENJADI ELEMEN ESTETIS BANGUNAN MENGGUNAKAN PEMODELAN PARAMETRIK – STUDI KASUS LOGO MUHAMMADIYAH

Wafirul Aqli

Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jl. Cempaka Putih Tengah 27, Jakarta Pusat, DKI Jakarta.
Email: wafirul.aqli@ftumj.ac.id

Abstrak

Pemodelan parametrik merupakan hasil dari perkembangan teknologi aplikasi komputer untuk bidang desain termasuk di dalam desain arsitektur. Tulisan ini mencoba mengeksplorasi kemampuan desain parametrik untuk menghasilkan tampilan bangunan yang menarik yakni dengan mengadopsi identitas lembaga agar dapat tercermin dalam bangunan yang ditempatinya. Tujuannya agar bangunan juga dapat dijadikan simbol dalam mewakili identitas penggunaannya. Sebagai studi kasus dicoba untuk mendigitalisasikan logo Persyarikatan Muhammadiyah diterapkan dalam paneling dinamis yang dapat dikembangkan menjadi elemen estetis pada fasade/tampak atau selubung/enclosure bangunan. Tiga tahapan dilakukan yaitu; identifikasi logo secara digital, pemodelan panel dan penerapan hasil digitalisasi logo ke panel. Sebagai hasil dari percobaan dan perumusan parametrik dalam tulisan ini yaitu; selain identitas logo dapat menyatu dengan panel yang diciptakan dengan apapun kreasi bentuknya (dinamis maupun streamlined), informasi yang bersifat kuantitatif menjadi kunci dalam desain parametrik. Tingkat kerumitan/detail dalam memodelkan logo identitas berpengaruh kepada kinerja komputer yang digunakan, oleh karena itu apabila memiliki spesifikasi perangkat yang terbatas, maka yang perlu diperhatikan adalah bagaimana menemukan aspek logo yang paling esensial yang masih dapat mewakili identitas lembaga untuk dimodelkan.

Kata kunci: Digitalisasi, Logo Lembaga, Pemodelan Parametrik

1. PENDAHULUAN

Perkembangan aplikasi komputer untuk perencanaan dan perancangan arsitektur telah mencapai tingkatan di mana tipologi bentuk arsitektural, dapat diperkaya dengan bentuk-bentuk yang dinamis, organis ataupun dekonstruktif menggunakan aplikasi-aplikasi berbasis Parametrik. Desain Parametrik atau Pemodelan Parametrik adalah sebuah proses yang didasari pola pikir atau logika matematika algoritma yang memungkinkan diolahnya bentuk-bentuk yang kompleks pada sebuah struktur atau rancang bangun. Monedero (2008) dalam Artha (2011) menyebutkan bahwa Desain Parametrik merupakan proses desain yang menggunakan parameter untuk mendefinisikan bentuk. Parameter pada desain arsitektur didapat dari berbagai input dari pengguna aplikasinya, mulai dari tarikan garis hingga berbentuk data-data eksisting dari tapak/lahan.

Melihat dari cara penggunaannya, proses desain parametrik mencakup dua jenis yaitu; Desain Parametrik Konstruktif dan Desain Parametrik Konseptual (Artha, 2011). Desain parametrik konstruktif merupakan metode desain yang dikembangkan oleh produsen perangkat lunak yang menjadi solusi dari permasalahan umum dalam arsitektur. Desain parametrik konstruktif dapat disebut juga sebagai perangkat/*tools* perancangan arsitektur siap pakai, contohnya seperti aplikasi yang berbasis *Computer Aided Design* (CAD) yang fungsinya untuk membantu mempercepat proses perancangan dengan kemampuan produksi gambarnya yang cepat dan praktis. Artha mengacu pada Mitchel (2005) menyebutkan kekurangan dari aplikasi jenis ini adalah adanya keterbatasan pengguna di mana hanya dapat menggunakan *design tools* yang distandarkan saja sehingga masih sulit untuk bereksplorasi bentuk.

Sementara itu Desain parametrik konseptual merupakan desain yang dikembangkan sendiri oleh sang arsitek (*ibid*, 2011). Proses desain jenis ini memungkinkan arsitek untuk bereksplorasi sebanyak-banyaknya dan seluas-luasnya gagasan bentuk serta fungsi ke dalam karya arsitektur. Ditegaskan untuk dapat menguasai desain parametrik konseptual, seorang arsitek juga harus paham prinsip-prinsip pemrograman dan penulisan bahasa/kode komputer. Beberapa aplikasi komputer untuk desain parametrik memiliki fitur untuk menentukan parameter desain yang kemudian dengan

lalua dapat dirubah nilai parameternya untuk mendapatkan variasi/alternatif bentuk yang tidak terbatas.

Desain parametrik konseptual telah berperan dalam langgam arsitektur kontemporer menjadi langgam yang memiliki ciri tipologi yang mengedepankan eksplorasi bentuk di luar tatanan geometri dasar. Dengan adanya metode desain parametrik, arsitek sebagai perancang dalam arsitektur kontemporer memiliki kebebasan untuk bereksperimen dan bereksplorasi bentuk. Kebebasan tersebut dihasilkan dari keleluasaan arsitek untuk membangun sendiri perangkat pemodelan desainnya sendiri. Oleh karena itu kenapa seorang arsitek yang ingin menggunakan metode ini perlu menguasai prinsip pemrograman dengan belajar dari/berkolaborasi dengan programmer.

Tulisan ini mencoba bereksplorasi dengan kemampuan desain parametrik dalam menghasilkan performa bangunan yang merepresentasikan institusi/pemilik/penggunaan yang dinaunginya. Saat ini arsitektur bangunan tampil tidak hanya untuk mengakomodasi fungsi di dalamnya tetapi juga menjadi cerminan dari fungsi itu sendiri. Atau lebih tepatnya bangunan dapat menjadi cerminan dari pemiliknya atau institusi yang bergerak di dalamnya. Elemen bangunan dapat dijadikan simbol yang bermakna tersendiri, sehingga dapat menjadi bagian dari identitas layaknya sebuah logo pada insititusi atau wajah pada seseorang.

Elemen-elemen tersebut dapat meliputi apa yang menjadi *point-of-interest* dari keseluruhan bangunan, biasanya seperti elemen-elemen yang ditemukan dalam fasade/tampak atau kulit/pelingskup/*enclosure* dari bangunan. Agar fasade atau *enclosure* tersebut dapat dikatakan mewakili atau berperan sebagai identitas dari institusi di dalamnya, tentunya ada bentuk-bentukan yang dapat ditangkap atau dimaknai sebagai karakter institusi tersebut. Dalam tulisan ini, dengan pemodelan parametrik, penulis mencoba mengaplikasikan kemungkinan logo identitas dijadikan elemen bangunan yang di satu sisi berfungsi sebagai elemen bangunan namun di sisi lain berfungsi sebagai unsur identitas.

2. METODOLOGI

Dalam percobaan ini, penulis mengambil studi kasus yaitu logo Persyarikatan Muhammadiyah yang akan diaplikasikan pada model panel untuk *enclosure* sebuah bangunan. Dalam beberapa preseden (yang perlu ditinjau lebih lanjut) dapat saja penerapan logo ini sebagai elemen estetis dalam bangunan insititusi telah dilakukan. Oleh karena itu, model panel yang dipilih kemudian adalah bentuk yang dinamis (*dynamic style*), cenderung dekonstruktif, dan tidak terikat aksis atau bidang horisontal-vertikal yang *streamlined*. Dengan pemilihan model dinamis inilah, pemodelan parametrik lebih dapat menunjukkan kemampuan dan fleksibilitasnya dalam setiap bentuk permukaan. Untuk mencapai kepada tahapan pemodelan tersebut penulis melakukan beberapa langkah yaitu antara lain:

- a. Identifikasi karakter insititusi melalui logo. Dalam tahap ini dicoba dikenali terlebih dahulu karakter insititusi untuk menemukan elemen-elemen yang khas sehingga dapat dijadikan sebagai bagian yang estetis dari bangunan.
- b. Pemodelan komputer. Dalam tahap ini digunakan aplikasi komputer yang memiliki kemampuan pemodelan parametrik yaitu Rhinoceros Versi 5 dengan *plug-in* fungsinya menggunakan Grasshopper Ver. August-27 2014. Rhinoceros merupakan aplikasi untuk menciptakan model 3 dimensi secara dinamis (*3D Free-Form Modeler*) sedangkan Grasshopper adalah fitur tambahan di dalam Rhinoceros. Grasshopper dikembangkan untuk dapat menjadi aplikasi tambahan berbasis bahasa pemrograman visual.

3. PEMBAHASAN

3.1. Identifikasi Karakter Institusi (Logo Persyarikatan Muhammadiyah)

Muhammadiyah adalah organisasi Islam yang besar di Indonesia yang didirikan oleh KH. Ahmad Dahlan, dilatar-belakangi upaya untuk memurnikan ajaran Islam yang dipandang saat itu telah banyak dipengaruhi oleh hal-hal di luar yang disyariatkan. Secara etimologis pergerakan ini berarti pengikut Nabi Muhammad SAW, dan secara terminologis merupakan gerakan Islam, dakwah *amar ma'ruf nahyi munkar* dan *tajdid*, bersumber pada al-Qur'an dan as-Sunnah. Keterbelakangan umat Islam Indonesia dalam setiap aspek kehidupan menjadi keprihatinan sendiri di mata KH. Ahmad Dahlan, sehingga perlu dicarikan solusi pencerahan. Ketertinggalan dalam

aspek pendidikan menjadi sasaran yang pertama dan paling utama dalam awal-awal pergerakan persyarikatan ini.

Salah satu elemen yang dikenal baik oleh masyarakat tentang organisasi ini adalah logonya. Logo Muhammadiyah yang menjadi ciri identitas dari organisasi ini dikenal dengan bentukannya yang dominan yaitu bentuk matahari yang bersinar. Mengutip dari muhammadiyah.or.id (diakses Juni 2015); Lambang persyarikatan berbentuk matahari yang memancarkan dua belas sinarnya ke segala penjuru dengan warna sinarnya yang putih bersih. Ditengah-tengah matahari tertulis nama organisasi dengan kaligrafi arab; “Muhammadiyah” dan terdapat tulisan arab lainnya yang mengelilingi nama organisasi yaitu kalimat syahadat tauhid dan syahadat rasul. Seluruh gambar matahari beserta tulisannya berwarna putih di atas warna dasar hijau.



melambangkan kesucian dan d. Warna hijau yang menjadi melambangkan kedamaian dan

Arti lambang tersebut antara lain (*ibid*, 2015):

a. Matahari merupakan titik pusat dalam tata surya dan merupakan sumber kekuatan semua makhluk hidup yang ada di bumi. jika matahari menjadi kekuatan cikal bakal biologis, Muhammadiyah diharapkan dapat menjadi sumber kekuatan spiritual dengan nilai-nilai Islam yang berintikan dua kalimat syahadat.

b. Duabelas sinar matahari yang memancar ke seluruh penjuru diibaratkan sebagai tekad dan semangat warga Muhammadiyah dalam memperjuangkan Islam, semangat yang pantang mundur dan pantang menyerah seperti kaum hawari (Sahabat Nabi Isa yang berjumlah 12 orang).

c. Warna putih pada seluruh gambar matahari keikhlasan.

Gambar 1. Logo Muhammadiyah (*muhammadiyah.or.id*, 2015)

warna dasar kesejahteraan.

Dalam setiap amal usahanya mulai dari lembaga pendidikan hingga lembaga kesehatan telah menggunakan lambang persyarikatan ini dengan segala modifikasinya menyesuaikan karakter yang lebih khusus lagi dari amal usaha-amal usaha tersebut. Dari lembaga-lembaga amal usaha yang ada, elemen yang tidak dilepaskan dari setiap logo-logonya adalah bentuk pancaran sinar matahari yang memang cukup dominan terlihat dalam logo dasarnya. Melihat dari kecenderungan itu dan dari hal paling esensial yang muncul, kemudian penulis memilih untuk mengembangkan elemen sinar matahari ini menjadi dasar dari pemodelan parametriknya.



Gambar 2. Logo-logo amal usaha Muhammadiyah hingga logo event yang diadakan oleh persyarikatan menunjukkan elemen sinar matahari yang konsisten digunakan (*Berbagai Sumber*)

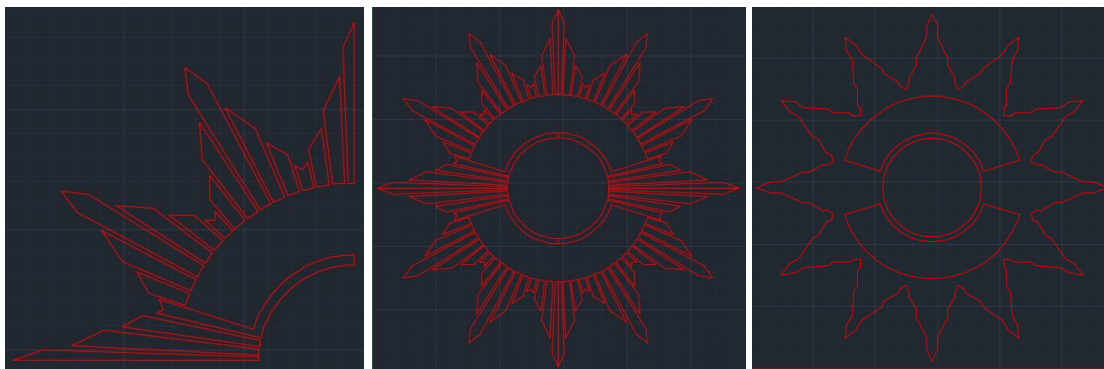
3.2. Tahap Pemodelan Komputer

Pemodelan komputer dibagi dalam tiga langkah yaitu; (a) Pemodelan logo menggunakan CAD tracing; (b) Pembuatan panel dinamis yang menjadi bidang penerapan parametrik; dan (c) Penerapan logo ke bidang panel dengan pemodelan parametrik. Lebih jauh langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

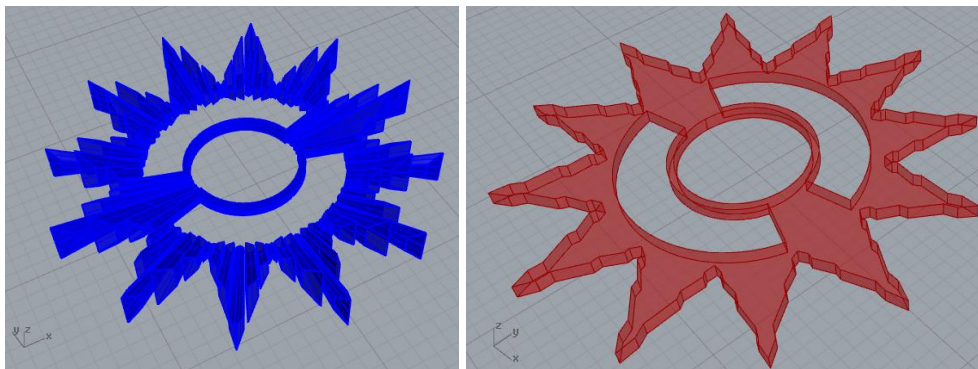
a. **Pemodelan logo menggunakan CAD tracing.**

Pemodelan logo dilakukan menggunakan metode *tracing* di aplikasi CAD kemudian hasilnya diekspor ke aplikasi Rhinoceros. Dalam langkah ini elemen sinar matahari menjadi fokus *tracing* dengan beberapa alternatif perlakuan *tracing*. Perlakuan yang dimaksud adalah hingga sedetail apa elemen yang disalin tersebut akan ditampilkan.

Dalam tahapan ini, tingkat *detailing* dalam *tracing* logo sempat mempengaruhi proses selanjutnya terutama dalam tahap akhir ketika rumusan parametriknya diterapkan. Pengaruh yang ada yaitu semakin rinci/detail *tracing* dilakukan semakin mempengaruhi kinerja aplikasi Rhinoceros dan *plug-in* Grasshopper (yang juga bergantung pada spesifikasi komputer yang menjadi *tools*-nya. Dalam percobaan dengan hasil *tracing* secara mendetail dialami bahwa proses penerapan parametriknya berjalan sangat lambat karena komputer bekerja lebih lama untuk mengaplikasikan formulanya. Oleh karena itu dapat penulis sarankan untuk dapat menyesuaikan antara tingkat detail dengan kemampuan komputer dalam memproses perintah parametrik di aplikasinya. Sehingga penulis kembali ke tahap ini untuk melakukan simplifikasi/penyederhanaan terhadap *tracing* logo, namun dengan tidak menghilangkan esensi/ciri khas yang ingin diambil.



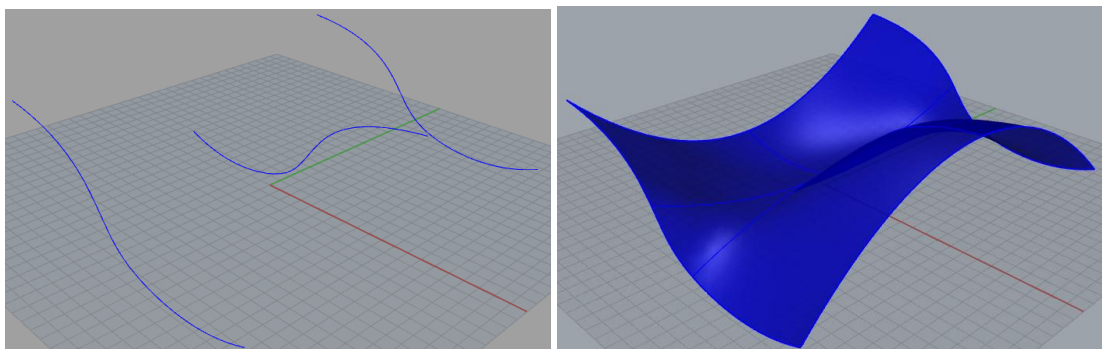
Gambar 3. Proses *tracing* elemen sinar matahari pada logo Muhammadiyah menggunakan aplikasi CAD, mulai dari *tracing* secara detail hingga penyederhanaannya (Penulis, 2015)



Gambar 4. Hasil ekspor ke Rhinoceros untuk mendapatkan hasil obyek solid (Penulis, 2015)

b. Pembuatan panel dinamis yang menjadi bidang penerapan parametrik.

Pembuatan panel dinamis dilakukan dengan aplikasi Rhinoceros, prosesnya dapat dilakukan dalam berbagai macam metode, yang penulis kali ini gunakan adalah dengan menggambarkan terlebih dahulu beberapa garis kurva panduan yang akan dihubungkan satu sama lain menggunakan fungsi *Loft*. *Loft* mentransformasi garis-garis yang dibuat menjadi satu kesatuan bidang permukaan dengan bentuk yang menyesuaikan olahan garisnya.



Gambar 5. Proses pembuatan panel dinamis dari tahap pembuatan garis-garis kurva panduan (kiri) hingga penerapan fungsi Loft yang menjadikan garis-garis tersebut menyatu menjadi bidang panel dinamis (Penulis, 2015)

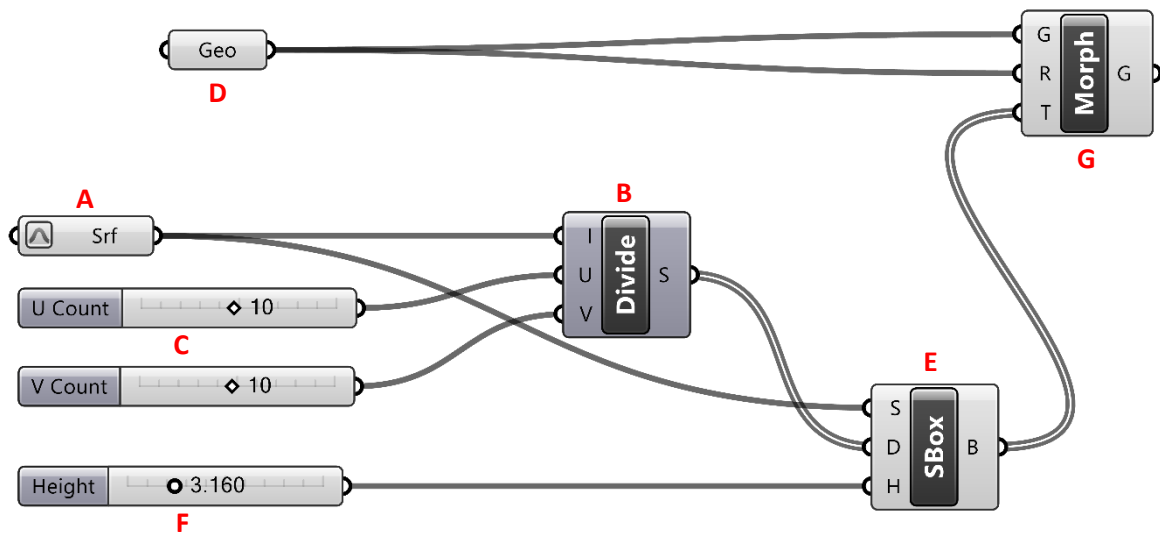
c. Penerapan logo ke bidang panel dengan pemodelan parametrik.

Setelah obyek logo siap dengan bentuknya sebagai obyek solid, dan panel dinamis pun siap di aplikasi Rhinoceros, langkah selanjutnya adalah memformulakan pemrograman parametrik menggunakan fungsi-fungsi yang ada di *plug-in* Grasshopper. Fungsi-fungsi dalam Grasshopper divisualisasikan berupa panel-panel yang dapat dihubungkan satu sama lain sesuai perannya sebagai *input* perintah atau *output*. Fungsi-fungsi yang digunakan agar memungkinkan logo yang sudah diolah dapat ‘ditempelkan’ pada panel dinamis-nya (berserta tahapan pemasangannya) adalah sebagai berikut:

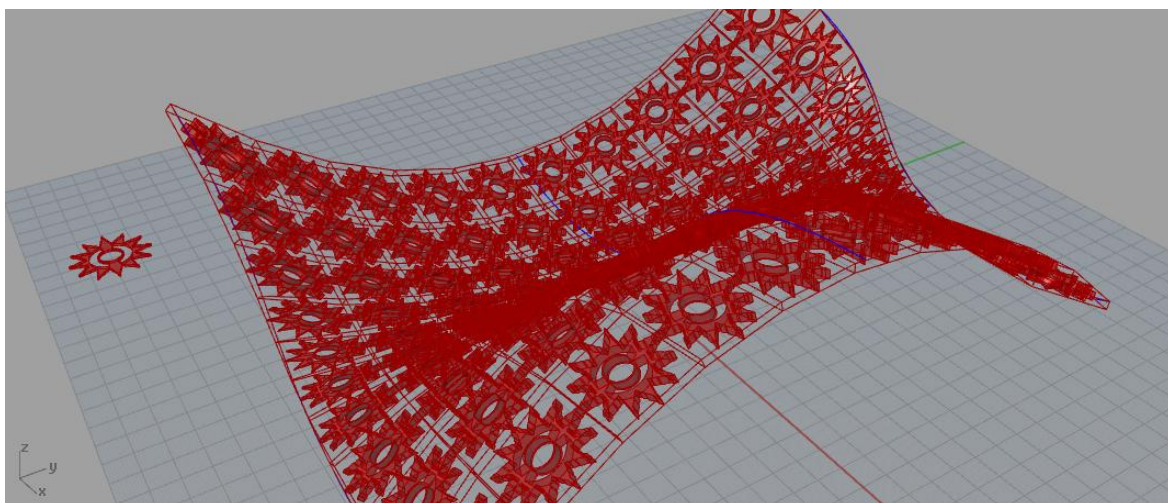
1. Panggil fungsi *Surface* (Srf) melalui kelompok fungsi *Params > Geometry > Surface*. Fungsi *Surface* yang sudah didisplay di area kerja kemudian dipasangkan dengan obyek panel dinamis yang telah dibuat di area kerja Rhinoceros (perintah; *Set One/Multiple Surface/s*). Setelah fungsi dan obyek dipasangkan maka keduanya akan terhubung (*linked*) dalam konteks tampilan/*preview* (bagian A gambar 6).
2. Panggil fungsi *Divide Domain²* (*Divide*). Fungsi ini berguna untuk membagi panel dinamis menjadi segmen-segmen yang jumlahnya dapat diatur sesuai keinginan. Segmen-segmen tersebut akan menjadi tempat di mana model logo ditempatkan. Fungsi *Divide* memiliki tiga slot *input* perintah, yaitu; (i) *Domain* (slot I) yang menerima input berupa obyek permukaan (*surface*) yang akan dibagi-bagi dengan segmen; (ii) *U Count* (slot U) yang menerima input berupa jumlah segmen yang akan membagi *surface* pada arah U; dan (iii) *V Count* (slot V) yang menerima input berupa jumlah segmen yang akan membagi *surface* pada arah V (bagian B gambar 6).
3. Input *Domain* akan diperoleh dengan menghubungkan fungsi *surface* pada tahap no. 1 ke fungsi *Divide* (slot I) pada tahap no. 2 di atas. Sementara untuk mendapatkan perintah jumlah segmen yang membagi *surface* di arah U dan V, maka diperlukan fungsi *Number Slider* (bagian C gambar 6). Karena ada dua arah aksis yang perlu dibagi segmennya maka diperlukan dua slider angka yang dihubungkan ke masing-masing slot U dan slot V. fungsi *slider* ini menjadi kunci utama dari pemodelan parametrik, karena dengan sekali diterapkan maka proses selanjutnya adalah dengan hanya merubah parameter angka pada *slider* saja untuk menghasilkan obyek panel yang sesuai keinginan.
4. Tahap selanjutnya adalah memanggil fungsi-fungsi agar obyek logo dapat ditempelkan pada panel dan bentuknya dapat menyesuaikan lekuk permukaan yang dinamis tersebut. Fungsi-fungsi tersebut antara lain:
 - i. Fungsi *Geometry* (Geo) melalui kelompok fungsi *Params > Geometry > Geometry*. Fungsi ini dipasangkan dengan obyek logo pada Rhinoceros (perintah *Set One/Multiple Geometry/ies*). Seperti halnya hubungan antara *Surface* dengan obyek panel dinamis, hubungan *Geometry* dengan obyek logo pun berada dalam konteks hubungan tampilan/*preview* (bagian D gambar 6).
 - ii. Fungsi *Surface Box* (SBox). Fungsi ini akan memberikan informasi kepada obyek logo (*Geometry*) tentang bagaimana obyek logo tersebut harus mengikuti dinamika bentuk dari *Surface* (bagian E gambar 6). Terdapat tiga slot input perintah pada fungsi ini yaitu; (a) *Surface* (slot S) yang dihubungkan ke permukaan mana yang menjadi informasi tentang dinamika bentuk yang terjadi; (b) *Domain* (slot D) yang menerima input tentang berapa

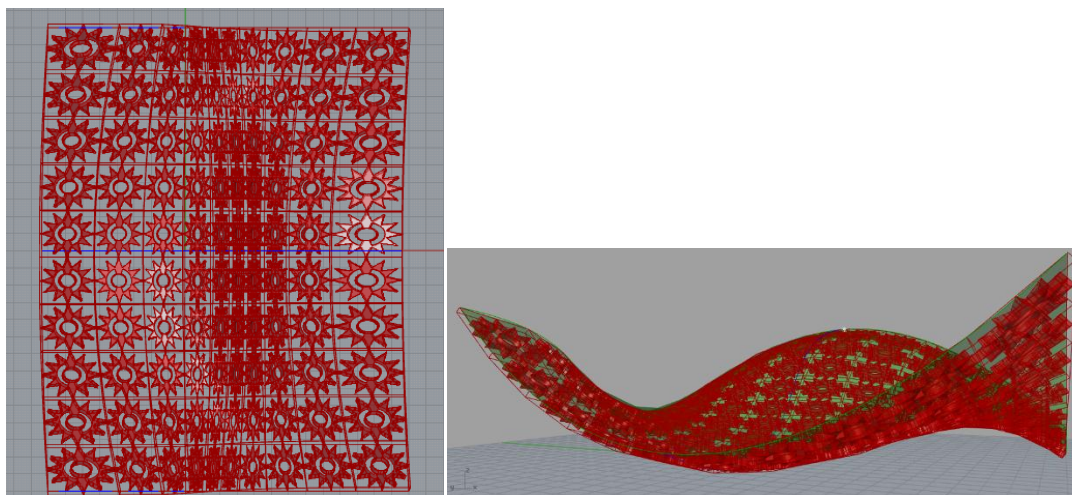
banyak obyek logo yang diperlukan untuk mengisi keseluruhan panel, jumlahnya didapat dari pembagian pada *Divide Domain*²; dan (c) Height (slot H) yang menerima input tentang seberapa tinggi/ketebalan dari obyek logo yang diinginkan pada permukaan panel dinamis. Sehubungan dengan slot yang terakhir, maka dibutuhkan satu lagi *Number Slider* (bagian F gambar 6) yang digunakan untuk menentukan angka ketinggian/ketebalan obyek logo.

- iii. Fungsi *Box Morph* (Morph). Fungsi ini untuk menghubungkan antara obyek logo dengan perhitungan karakter permukaan panel dinamis yang didapat dari fungsi *Surface Box* di tahap poin ii di atas (bagian G gambar 6). Sampai di tahap ini, selangkah lagi akan terlihat bagaimana obyek logo menempel pada permukaan panel dinamis sesuai *ammount* yang diinginkan. Dengan menghubungkan fungsi *Geometry* (poin i di atas) ke slot yang ada yaitu; *Geometry* (slot G) dan *Reference* (slot R), dan menghubungkan *output* dari *Surface Box* (point ii di atas) dengan slot *Target* (slot T) maka kemudian akan ditampilkan pada area kerja *Rhinoceros* hasil dari formula parametrik yang telah dibuat (gambar 7).

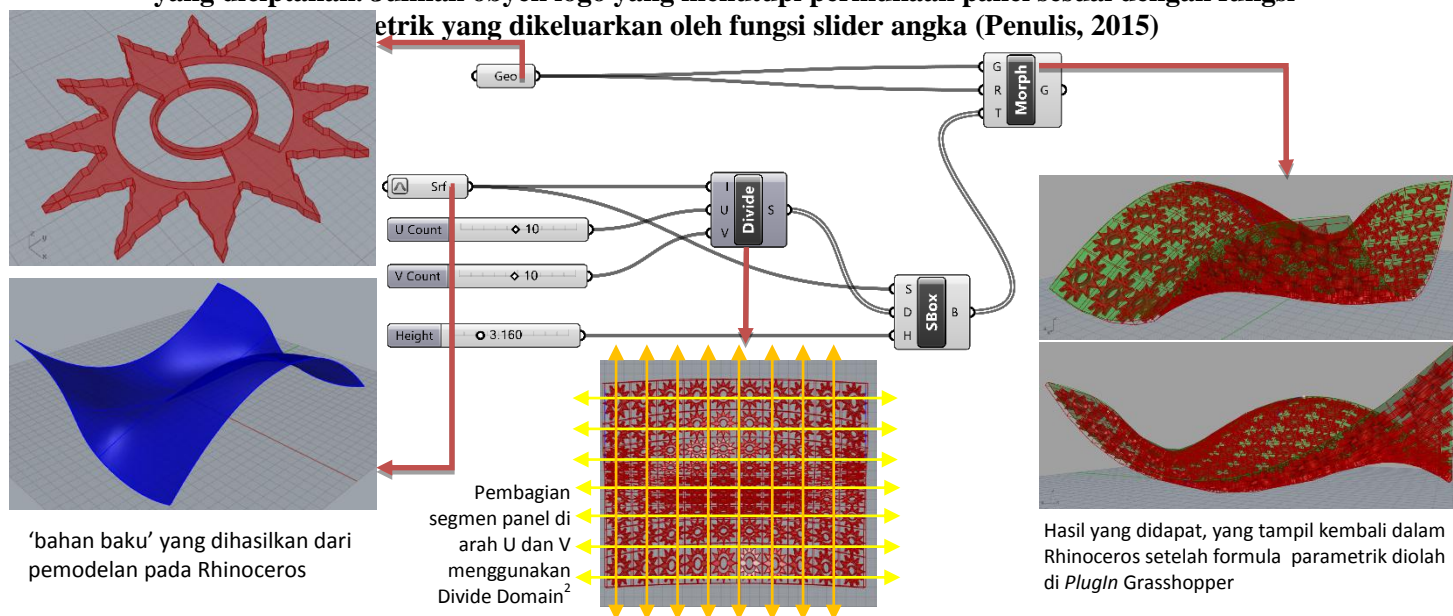


Gambar 6. Secara visual, formula yang diolah untuk menghasilkan panel dinamis dengan obyek logo sebagai elemen estetisnya (Penulis, 2015)



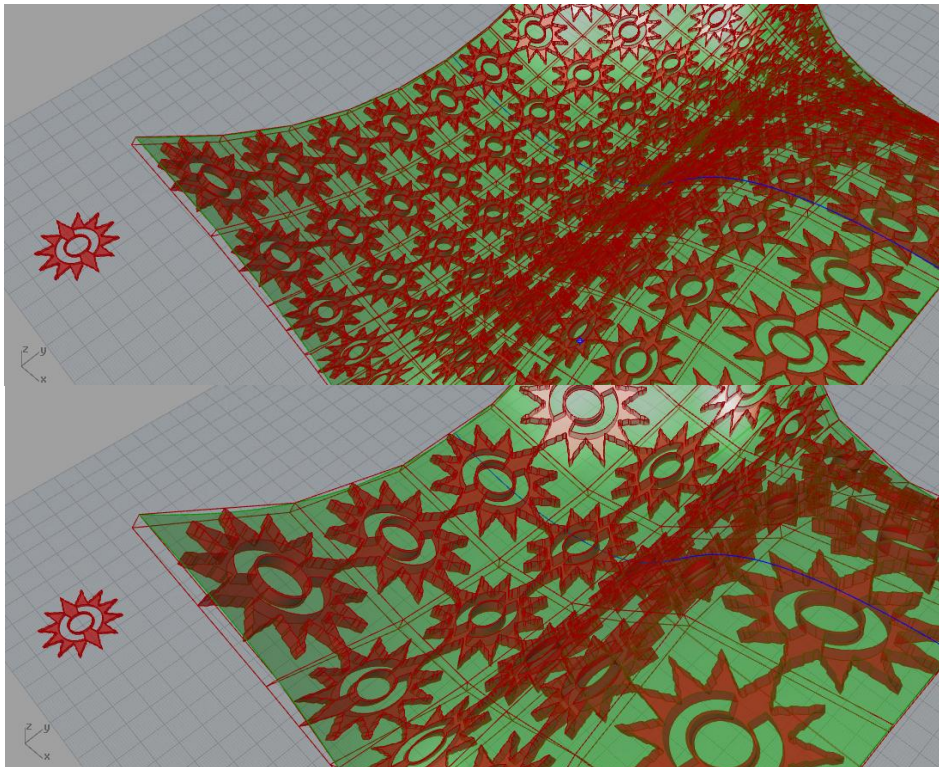


Gambar 7. Hasil yang divisualisasikan dalam area kerja Rhinoceros setelah formula parametriknya disusun. Diperlihatkan bagaimana obyek logo menyatu dengan panel dinamis yang diciptakan. Jumlah obyek logo yang menutupi permukaan panel sesuai dengan fungsi etrik yang dikeluarkan oleh fungsi slider angka (Penulis, 2015)



Gambar 8. Hubungan antara aplikasi Rhinoceros sebagai alat pemodelan dengan plug-in Grasshopper sebagai alat perumusan parametrik (Penulis, 2015)

Seperti yang disebutkan pada tahapan di atas, Number Slider menjadi kunci utama terjadinya perubahan nilai parameter dalam pemodelan parametrik ini. Berapapun kuantitas elemen logo yang ingin diterapkan ke permukaan panel sebagai elemen estetis pelengkap bangunan, dapat dengan bebas diganti sesuai keinginan. Di sini dapat dilihat kemampuan parametrik membantu kita mengolah tampilan bangunan bagaimanapun bentuknya dengan hanya menyesuaikan parameternya, seperti yang diperlihatkan pada gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9. Perubahan yang dapat terjadi dengan hanya mengubah nilai parameter pada formula Grasshopper; Gambar atas: nilai $U = 10$ segmen, $V = 10$ Segmen, $H = 3$; Gambar bawah: nilai $U = 5$ segmen, $V = 5$ segmen, $H = 6$ (Penulis, 2015)

4. KESIMPULAN

Dengan kemampuan parametrik, arsitek sebagai desainer dapat dengan bebas menentukan bagaimana merumuskan metode pemodelan yang sesuai dengan kebutuhannya. Seperti dalam pengertian desain parametrik konseptual, arsitek dapat mengembangkan sendiri fungsi *design tools* dari aplikasi-aplikasi komputer berbasis pemrograman yang dipadukan dengan tools *pengolahan model 3D*. Percobaan pemodelan dan perumusan parametrik dalam tulisan ini menunjukkan, informasi yang bersifat kuantitatif (angka jumlah segmen, dimensi panjang, lebar dan ketebalan) menjadi kunci dalam desain parametrik.

Dari sisi evaluatif, pemodelan logo sebagai identitas insitusi dapat diperoleh dari studi terhadap karakter logo tersebut didukung dengan ciri khas institusi yang menggunakannya. Studi yang dimaksud adalah dengan mengenal ciri yang menonjol dari identitas/logo tersebut untuk dikembangkan menjadi elemen estetis pada bangunan. Selanjutnya digitalisasi (seperti metode *tracing* dalam percobaan ini) perlu diperhatikan mengingat hubungannya dengan kinerja komputer yang dipakai. Semakin kompleks geometri yang dimodelkan, semakin membutuhkan kinerja komputer yang baik dan cepat. Apabila kinerja komputer terbatas maka penyederhanaan/simplifikasi dari elemen estetis yakni obyek logo tersebut perlu dilakukan. Kembali lagi, penyederhanaan tersebut dilakukan dengan kembali melihat apa yang menjadi ciri khas yang mewakili identitas insitusi tersebut.

Dalam percobaan ini logo Muhammadiyah termasuk memiliki geometri yang kompleks walaupun telah disederhanakan ke dalam ciri khasnya yang mendasar. Dibutuhkan beberapa waktu (rata-rata ± 5 menit) untuk aplikasinya mengeluarkan hasil dari perubahan parameter.

Hasil dalam tulisan ini baru mencapai sebatas visualisasi dalam aplikasi Rhinoceros. Apabila ingin diwujudkan ke dalam *panelling* yang sebenarnya pada bangunan, dibutuhkan tahapan selanjutnya yang melibatkan fungsi-fungsi untuk mengubahnya menjadi obyek yang dapat diproduksi secara fabrikasi (Grasshopper menggunakan fungsi yang diistilahkan dengan "*bake*").

DAFTAR PUSTAKA

- Artha, C.A., 2011, *Eksplorasi Desain Menggunakan Generative Algorithm Pada Perancangan Fasad Kampus ATMI Cikarang*, Tesis Jurusan Arsitektur – Institut Teknologi Bandung.
- Dunn, Nick, 2012, *Digital Fabrication In Architecture*, Laurence King Publishing.
- Ferdian, Y.A., dan Alvida M.R., 2014, *Desain Parametrik Konseptual Dengan Metode Generative Algorithm Dalam Eksplorasi Geometri Di Bidang Arsitektural Dan Desain Produk*, Jurnal Sains dan Seni Pomits – Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Vol. __ No. __ Hal. 01-07, November 2014.
- Hariyadi, A., dan Kurnia, W., 2013, *Model Perancangan Parametrik Struktur Beton dengan Sistem Stacked Arch Dome (SAD)*, Jurnal Arsitektur dan Perencanaan – Jurusan Teknik Arsitektur dan Perencanaan UGM, Vol. 6 No. 2 Hal. 01-10, Oktober 2013.
- Krauel, Jacobo, 2010, *Contemporary Digital Architecture: Design and Technique*, Links International, Ceg.
- _____, *Tentang Muhammadiyah*, artikel online; <http://www.muhammadiyah.or.id/id/content-44-tentang-muhammadiyah.html>, diakses Juni 2015.
- _____, *Ciri Khas Muhammadiyah*, artikel online; <http://www.muhammadiyah.or.id/id/content-53-ciri-khas.html>, diakses Juni 2015.