

Perbandingan Karya Arsitek Wright dan Gehry lewat Nilai Aljabar dan Geometri

Author Jacqueline 13512074¹

Program Studi Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

¹13512074@std.stei.itb.ac.id

Abstract—Geometric algebra is a thing that close to our life. At another point, architecture is also close to our life. Those two things has an intersection in their application. Part of architecture can be explained with geometric theorem and one side of its implementation uses algebra. This paper analyse designs from two architects, Wright and Gehry, from their value on geometric and algebra side.

Keywords—aljabar, arsitektur, geometri.

I. PENDAHULUAN

Aljabar dan geometri adalah dua hal yang erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari, tetapi terkadang kaitan itu tidak disadari.

Aljabar sering digunakan dalam proses hitung-menghitung dan sebagai pemecahan beberapa jenis masalah. Perhitungan aljabar juga termasuk diterapkan pada penghitungan hal-hal yang berhubungan dengan luas bidang dari bangunan.

Geometri dianggap sebagai bidang penting yang perlu dikaji karena aplikasinya banyak dalam kehidupan sehari-hari. Contohnya, geometri digunakan pada bidang seni bina, industri, sains, dan lain-lain.

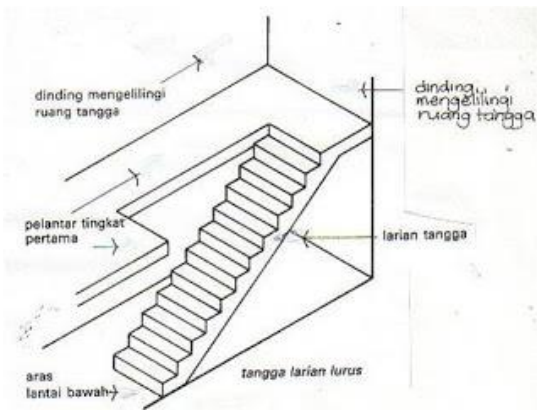
Pada dasarnya, geometri berasaskan fisika matematika. Setiap objek di sekitar kita dibangun oleh bentuk-bentuk geometri, baik dua dimensi maupun tiga dimensi. Contohnya adalah bola, kotak, corak pada dinding, dan rumah.

Contoh geometri dalam seni bina adalah corak yang menggunakan unsur bentuk geometri. Salah satunya terlihat pada gambar 1.



Gambar 1 Corak dengan Bentuk Geometri

Arsitek menggunakan bentuk-bentuk geometri untuk membuat atau mereka bentuk binaan. Dengan kata lain, bentuk-bentuk dibina berdasarkan bentuk geometri. Bentuk dua dimensi dapat pula dipakai pada bentuk tiga dimensi.



Gambar 2 Tangga Sebagai Terapan Geometri

Terlihat pada gambar 2, tangga sebagai salah satu contoh binaan yang menerapkan geometri. Misalnya, kemiringan tangga 60 derajat dan tiap anak tangganya 90 derajat.

Penggunaan bentuk geometri pada contoh lain adalah untuk mendapatkan perkiraan luas lantai rumah, digunakan rumus luas dari bentuk segiempat (sebagai bentuk geometri).

Menurut Steadman (1983), keberadaan suatu bentuk adalah menurut ketertiban geometrinya. Hal tersebut memberi arti bahwa elemen-elemen geometri akan menentukan suatu bentuk, begitu pun dengan kondisi-kondisi pertemuan antarelemennya. Untuk membuat suatu ekspresi yang baik, diperlukan batasan pada variasi susunan elemen-elemen dan hal ini dapat dikondisikan lewat pengomposisian.

Bidang arsitektur adalah hal yang penting dalam pembangunan rumah atau tata ruang lain. Tanpa ilmu arsitektur, bangunan bisa tidak dapat berfungsi penuh atau mendatangkan hal-hal yang tidak diinginkan.

Pada makalah ini akan dibahas teori-teori mengenai aljabar, geometri, dan arsitektur. Selanjutnya, membahas karya masing-masing arsitek yang dianalisis, yakni Frank

L. Wright dan Frank O. Gehry. Kedua gaya arsitektur mereka dibandingkan berdasarkan unsur-unsur geometrinya. Kemudian, masing-masing gaya tersebut dianalisis nilai ekonomisnya menggunakan aljabar geometri.

II. DASAR TEORI

Aljabar adalah cabang dari matematika. Berasal dari bahasa Arab, “al-jabr”, berarti pertemuan; hubungan; atau penyelesaian. Beberapa kategori aljabar di antaranya, yaitu aljabar dasar, aljabar abstrak, aljabar linear, aljabar universal, dan aljabar komputer.

Bentuk aljabar contohnya $7a + 2b$. Di sini, 7 dan 2 adalah konstanta, sementara a dan b sebagai variabel.

Primitif geometri standar yang digunakan dalam aljabar geometri adalah seputar titik, pasangan titik, garis, lingkaran, bidang, dan bola. Terdapat dua cara untuk mendeskripsikan hal tersebut, yakni menggunakan *inner product* dan *outer product*. Sebagai contoh, sebuah lingkaran bisa didefinisikan oleh bidang pertemuan dua bola, juga oleh *outer product* dari tiga titik berbeda. Contoh lain, jika kita menggeser satu dari titik-titik menuju tak hingga akan menghasilkan sebuah garis.

Hermann Gunther Grassmann, seorang matematikawan Jerman, mempublikasikan edisi pertama bukunya mengenai kalkulus geometri. Buku itu berjudul *Lineale Ausdehnungslehre*. Buku tersebut berisi aljabar asli untuk mendeskripsikan operasi geometri. Grassmann menemukan bahwa dalam aljabar, eksterior produk dari vektor akan membangun luas, volum, dan objek dengan dimensi lebih tinggi. Dalam bukunya, dia memaparkan ide baru terkait analisis vektor, penjumlahan dan pengurangan vektor, produk dari dua vektor, dan vektor turunan.

Aljabar geometri membuat produk baru yang disebut produk geometri. Ini beroperasi dalam banyak vektor (*multivector*), dengan hal-hal seputar skalar; vektor; luas; dan volum.

Arsitektur adalah seni yang dilakukan setiap individu dalam berimajinasi. Selain itu, arsitektur juga merupakan ilmu perancangan bangunan. Perancangan dan pembangunan ini melingkupi keseluruhan lingkungan binaan (dari level makro—contohnya perencanaan kota, hingga level mikro—contohnya desain bangunan).

Arsitektur adalah ilmu yang timbul dari ilmu-ilmu lainnya, seperti matematika, sains, seni, teknologi, dan humaniora.

Geometri adalah sebuah bidang ilmu pengetahuan rasional tentang rupa dan bangunan dari benda dan alam.

Geometri diperlukan dalam posisi seperti kebutuhan matematika dan bahasa. Kedua hal itu adalah beberapa bentuk yang dimiliki manusia untuk mengomunikasikan isi pikiran. Geometri juga termasuk cara mengomunikasikan itu. Matematika sebagai alat komunikasi lewat bentuk bilangan dan lambang tertentu. Sedangkan bahasa lewat huruf dan ujaran. Sementara itu, geometri adalah alat komunikasi menggunakan rupa dan

bangun.

Berikut adalah pendapat beberapa ahli mengenai kaitan geometri dengan arsitektur

1. Grillo (1960)

Benda geometri disederhanakan menjadi dua macam; benda yang memiliki garis/batang/rusuk yang discontinuous dan yang continuous. Penetapan ini dengan memperhatikan elemen di setiap bangun dan geometri.

Jika garis/batang/rusuk itu terputah-putah. geometrinya discontinuous. Contohnya, persegi, persegi panjang, kubus, dan limas. Artinya, keberadaan sudut menjadi penentu dikelompokkan ke dalam discontinuous. Untuk hal ini, yang menangani adalah aritmetika dan aljabar elementer. Jika garis/batang/rusuk dari geometri tidak menghasilkan sudut-sudut, tapi lengkungan, termasuk continuous.

2. Krier (1988)

Geometri mempunyai bentuk regular dan irregular yang memiliki unsur titik, garis, bidang, solid, ruang interior, dan eksterior..

3. Antoniades (1990)

Geometri memungkinkan kita mengenali dengan baik bentuk-bentuk yang mengandung unsur-unsur geometris, menyelesaikan masalah yang muncul terkait bentuk-bentuk geometris, sehingga memberi serangkaian bentuk siap pakai dan dapat disesuaikan dalam berbagai variasi.

4. Crowe (1997)

Geometri arsitektur dimunculkan dari sumber alami bangunan, yakni merujuk pada ketertiban bangunan. Hal ini terlihat dari proses membentuk bangunan; karakteristik struktural dan material konstruksi.

Tipe menggabungkan karakteristik yang sama dalam suatu kelompok di karya arsitektur dan mendetail berbeda antara satu dengan lainnya. Tipe memiliki dua kelompok konsep utama. Pertama, menganggap tipe adalah properti bentuk geometris. Kedua, tipe adalah properti bentuk yang berhubungan dengan kegunaan dan perkembangan kesejahteraan. Dalam hal ini, menggunakan definisi tipe yang pertama.

Menurut Karen (1994), tipologi geometri berguna untuk memahami teks historis mengenai arsitektur yang memberikan referensi terkait geometri denah, tampang, dan ruang. Tipologi di sini digunakan sebagai alat penganalisis objek. Objek arsitektur dapat dianalisis dengan tipologi. Bagian yang dianalisis adalah perubahan yang terkait bangun dasar, sifat dasar, dan proses perkembangan bangunan dasar tersebut. Tipologi juga bisa menerangkan perubahan dari suatu tipe. Hal tersebut karena suatu tipe memiliki ciri tertentu yang membuatnya berbeda dengan tipe lain. Dengan demikian, tipologi dapat memudahkan dalam pengenalan geometri arsitektur.

Antoniades (1990) meninjau proses perubahan bentuk menjadi bentuk jadian dalam tiga strategi utama

1. Tradisional

Evolusi progresif dari sebuah bentuk melalui penyesuaian langkah demi langkah terhadap batasan. Batasan-batasan tersebut, yakni

 - 1.1 Eksternal: site, view, orientasi, arah angin, kriteria lingkungan
 - 1.2 Internal: fungsi, program ruang, kriteria struktural
 - 1.3 Artistik: kemampuan, kemauan, dan sikap arsitek untuk memanipulasi bentuk.
2. Peminjaman

Meminjam dasar bentuk dari lukisan, patung, atau objek lain. Mempelajari properti dua dua dan tiga dimensi sambil terus mencari kedalaman interpretasinya dengan memperhatikan kelayakan aplikasi dan kevalidannya. Transformasi pinjaman adalah pemindahan rupa dan dapat dikelompokkan dalam metafora rupa.
3. Dekonstruksi atau dekomposisi

Susunan yang ada dipisahkan untuk kemudian dicari cara baru dalam kombinasinya dan membuat suatu kesatuan baru serta tatanan baru dengan strategi struktural dalam komposisi berbeda.

Terdapat berbagai teknik transformasi geometri. Intinya terkait morfologi dalam pemecahan. Sebuah bentuk dapat dipisahkan dan masing-masing pisahan tersebut membawa sifat asli yang dimiliki, tetapi dengan ciri khas berbeda.

Salah satu contohnya adalah penggunaan metode sifat-sifat geometri yang menjelaskan proporsi dari wajah dan kepala manusia. Perbedaan wajah dapat menghasilkan perubahan jarak relatif terhadap garis-garis grid. Garis-garis grid ini dapat berubah seiring perubahan sudut di antara koordinat-koordinat. Menurut D. K. Ching (1979), hal tersebut adalah transformasi dimensional. Ini meliputi pemanjangan sumbu dan pengubahan sisi atau rusuk.

III. PERBANDINGAN KARYA ARSITEK WRIGHT DAN GEHRY

Pemahaman geometri akan dikaji untuk beberapa hasil karya dua arsitek yang akan dilihat perbandingannya (jika masing-masing memiliki ciri khas). Pengkajian geometri ini merujuk pada kehadiran bentuk-bentuk dasar yang mengandung unsur-unsur geometris. Unsur-unsur tersebut adalah garis, bidang, dan solid yang membuat kita dapat mengenali bentuk yang tecermin dalam tampilan bangunan. Hal itu yang menjadi acuan dalam menilai hasil karya terkait kajian geometri.

A. Gaya Frank L. Wright

Berikut ini adalah pengkajian gaya rancangan Frank L. Wright dari beberapa karyanya

1. Ward Willits House, di Highland Park; Illinois



Gambar 3 Ward Willits House

sumber: <https://upload.wikimedia.org>

Tipe bangunannya berbentuk geometri *platonic solid* (bentuk-bentuk seperti tetrahedron dan kubus), seperti bentuk persegi panjang, kubus, dan bulat. Atapnya dengan kemiringan cukup tajam dan berbentuk limas.

Bangunan itu dengan bentuk geometri persegi, berunit-unit menjorok ke empat arah, membuat setiap unit memiliki pandangan ke sisi lainnya.

Menurut konsep, rumah itu menerapkan arsitektur organik. Konsep ini seputar inti bangunan yang selalu dapat dikembangkan tanpa perlu mengubah ciri utama dari inti bangunan. Selain itu, memberi kesan tumbuh menjalar.

Komposisi yang digunakan adalah menggunakan garis-garis horizontal dan bidang masif yang sangat kuat (dari batubata).

2. Martin House, di Buffalo; New York



Gambar 4 Martin House

sumber: <https://www.bluffton.edu>

Rumah tersebut seperti susunan balok, dengan dinding putih yang dikombinasikan bersama bentuk garis-garis horizontal dan vertikal hitam. Atapnya berbentuk geometri *platonic solid* berupa limas.

Rancangan itu identik dengan permainan Froebel Block. Mainan tersebut serupa balok-balok kayu ukuran kecil.



Gambar 5 Froebel Block

sumber: <http://www.froebelweb.org>

3. Robie House, di Oak Park Chicago; Illinois



Gambar 6 Robie House

sumber: <http://www.flwright.org>

Bangunannya berupa dua tumpukan, menjorok ke arah berlawanan. Dengan kata lain, melebar, membentuk sayap kiri dan kanan dengan di beberapa bagian tumpang tindih. Atapnya berupa limas, tapi menjorok keluar dengan ujung-ujung tanpa tiang sehingga terlihat seperti melayang.

Bentuk persegi dalam pengertian geometri *platonic solid* di bagian atas serta atap limas sangat dipengaruhi oleh permainan Froebel Block. Pemahaman arsitektur organik juga terlihat di sini (arsitektur yang terus dan selalu tumbuh dan berkembang).

B. Gaya Frank O. Gehry

Berikut ini adalah pengkajian gaya rancangan Frank O. Gehry dari karyanya

Rumah Gehry, di Santa Monica; California



Gambar 7 Rumah Frank O. Gehry

sumber: <http://media.architecturaldigest.com>

Rumah tinggalnya dibangun dengan barang-barang daur ulang. Di rumah hasil renovasi, Gehry bereksperimen dengan material dan dinamik spasial. Kedinamisan tersebut sangat tinggi hingga bentuk di sini bisa dikatakan bentuk yang tidak berbentuk.

Bentuk geometri di sini mengalami transformasi, menggabungkan beberapa bentuk *platonic solid* (segitiga dan segiempat). Perubahannya seperti mengacak bentuk melalui penusukan dan penabrakan bentuk *platonic solid* yang ada. Gehry mengesampingkan ketentuan sumbu X untuk horizontal dan sumbu Y untuk vertikal. Hal tersebut mengakibatkan bentuk-bentuk sangat unik, tidak lazim, seolah bangunan itu

sebuah gabungan unsur-unsur geometri dari *platonic solid* yang terhambur.

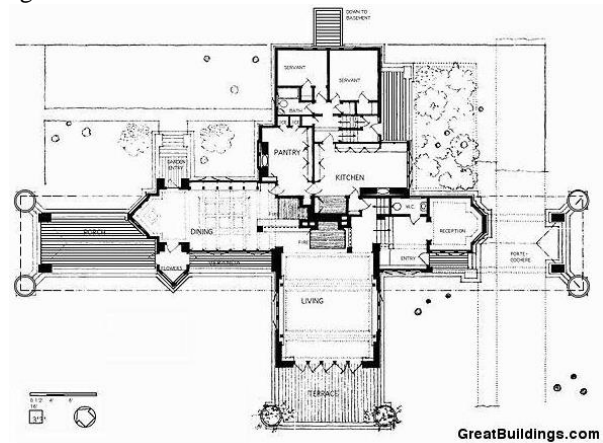
C. Perbandingan Gaya Wright dan Gehry

Wright menggunakan bentuk geometri yang mudah dikenali seperti persegi, segitiga, dan kubus (*platonic solid*). Komposisi terhadap bentuk-bentuk itu terinspirasi dari permainan Froebel Block. Selain itu, Wright juga menggunakan geometris bercorak art-deco. Kesan horizontal dan vertikalnya pun sangat kuat. Sementara itu, material yang kerap digunakan adalah batubata yang disusun horizontal dan menguatkan kesan vertikal dari bangunan. Wright menggunakan *platonic solid* atau Euclidean Geometry.

Gehry menghadirkan bentuk bangunan yang tidak lazim dengan “menghancurkan” bentuk-bentuk geometri *platonic solid*. Dilakukan berbagai penabrakan bentuk. Gehry juga tidak mengikuti pakem sumbu horizontal dan vertikal. Bahan bangunan yang digunakan pun terkesan semauanya atau tidak lazim. Gehry menggunakan non-Euclidean Geometry.

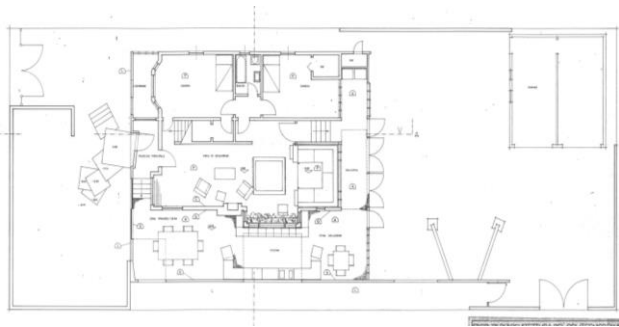
D. Perbandingan Nilai Ekonomis Gaya Wright dan Gehry lewat Perhitungan Aljabar Geometri

Perhitungan terkait nilai ekonomis kedua gaya arsitek Wright dan Gehry hanya dianalisis dari segi luas bentuk (jika dianggap luas bangunan tidak jauh berbeda). Perhitungan ini tidak membahas dari segi bahan bangunan. Karena, rancangan Gehry yang pada contoh yang diambil menggunakan bahan daur ulang sehingga tentu lebih murah dibandingkan dengan desain Wright yang memakai batubata.



Gambar 8 Denah Ward Willits House

sumber: <http://www.wrightontheweb.net>



Gambar 9 Denah Rumah Gehry

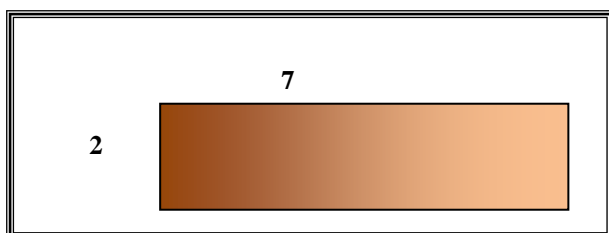
sumber: <http://atlasofinteriors.polimi-cooperation.org>

Setelah melihat beberapa denah rancangan Wright dan Gehry, terlihat bahwa bangunan inti berbentuk seperti bangunan pada umumnya. Rancangan kedua arsitek ini sama-sama memiliki semacam tiang-

tiang atau dinding yang di luar bangunan inti dan itu yang terlihat dari luar. Bagian luar tersebut yang telah dianalisis sebelumnya memiliki gaya masing-masing (Wright dengan *platonic solid* dan Gehry dengan penghancur *platonic solid*).

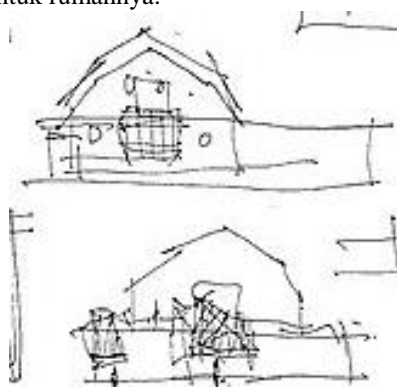
Dengan demikian, analisis perhitungan di sini hanya akan memperhitungkan bagian luar dari masing-masing rancangan. Namun, gaya Gehry yang sebagai “penghancur” dan bermain pada proses penabrakan membuat bentuk rancangannya tidak dapat digeneralisasi. Pada analisis ini, diambil bentuk bagian depan atas (bawah atap) dari bangunan.

Untuk rancangan Wright, diambil contoh karya Ward Willits House. Pada rancangannya yang cenderung berbentuk balok, terlihat bagian yang dianalisis dimisalkan pada gambar 10.



Gambar 10 Bagian Willits House (Wright)

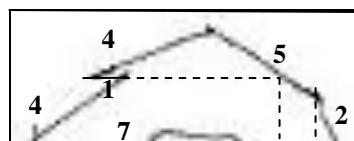
Untuk rancangan Gehry, pada gambar 11 terlihat sketsa untuk rumahnya.



Gambar 11 Sketsa Rumah Gehry

sumber: <http://www.arcspace.com>

Pada analisis ini, dianggap bentuk depan atas rumah tersebut adalah seperti-segitiga yang terlihat pada gambar 12 dan dengan ukuran yang dianggap hampir sama dengan rancangan Wright yang dianalisis sebelumnya.



Gambar 12 Bagian Rumah Gehry

Maka, perbandingan luas untuk kebutuhan bahan bangunan:

Ward Willits House (Wright):

$$2 * 7 = 14$$

Rumah Gehry:

$$\frac{1}{2} * 5 * 2 +$$

$$\frac{1}{2} * (5+4) * 3 +$$

$$\frac{1}{2} * (3+2) * 1 +$$

$$\frac{1}{2} * 1 * 1 =$$

$$5 + 13,5 + 2,5 + 0,5 = 21,5$$

Jadi, untuk kasus ini, gaya “penghancur” *platonic solid* atau kedinamisan mempunyai harga yang lebih mahal atau kurang ekonomis dibanding *platonic solid* yang bentuk-bentuknya sudah jelas dan lazim.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari makalah ini, yakni ilmu aljabar dan geometri juga diterapkan pada arsitektur. Ilmu tersebut dapat mengenali gaya tertentu jika seorang arsitek memiliki dan menggunakan ciri khasnya. Ilmu tersebut juga berperan penting dalam penghitungan kebutuhan lahan, bahan bangunan, dan sejenisnya.

Pada analisis di makalah ini, yang lebih ekonomis (tanpa mempertimbangkan bahan bangunan) adalah gaya *platonic solid* atau arsitektur organik. Namun, tidak menutup kemungkinan didapatkan hasil lain untuk kasus lain karena gaya “penghancur” *platonic solid* memang berinti pada penabrakan sehingga variasinya bisa demikian banyak dan sangat dinamis.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada

1. Bapak Rinaldi Munir dan bapak Judhi Santosa selaku dosen pengajar Aljabar Geometri.
2. Pihak-pihak lain yang turut membantu dalam selesainya makalah ini.

REFERENSI

- [1] Antoniades, Anthony, *Poetic of Architecture*, Van Nostrand Reinhold, 1990.
- [2] Mochsen, “Tipologi Geometri: Telaah Beberapa Karya”, RONA.

- [3] *Aplikasi Aljabar, Akar Pangkat, Trigonometri, Persamaan Garis dalam Kehidupan Sehari-Hari*, <http://magefrozen.blogspot.co.id/2013/08/penerapan-aljabarakar.html>, diakses 9 Desember 2015.
- [4] *Aplikasi Geometri dalam Kehidupan Sehari-hari*, <http://dokumen.tips/documents/aplikasi-geometri-dalam-kehidupan.html>, diakses 9 Desember 2015.
- [5] Steadman, J., *Architecture Morphology*, Pion Limited, 1983.
- [6] Vince, John, *Geometric Algebra for Computer Graphics*, Springer, 2008, pp. 71-77.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 14 Desember 2015



Jacqueline 13512074