

Geometri Fraktal pada Candi Singosari sebagai Konsep Desain Museum Purbakala Singosari

Sirly Intan Sayekti¹, Chairil Budiarto Amiuza², Nurachmad Sujudwijono A.S³

^{1,2,3} Jurusan Arsitektur/Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
sirlyintan@gmail.com

ABSTRAK

Candi Singosari merupakan salah satu kekayaan arsitektur nusantara yang memiliki karakter lokal. Sebagai arsitektur yang dibangun pada masa Kerajaan Singosari pada abad ke 13, bentuk pada candi peninggalan kerajaan Singosari merupakan ikon peninggalan sejarah Kerajaan Singosari di masa lalu. Keberadaan inilah yang memperkuat bahwa bangunan ini memiliki kedekatan dengan masyarakat sekitarnya, memiliki potensi untuk dikembangkan dengan perubahan fungsi awal candi sebagai tempat peribadatan dan pemujaan menjadi tempat belajar dan melestarikan budaya. Untuk menerjemahkan bangunan perlu mengidentifikasi bentuk dasar bangunan dengan menggunakan ilmu geometri yang merupakan alat dasar arsitektur untuk mendefinisikan ruang di alam semesta. Ilmu geometri dan arsitektur tidak terpisahkan, terjadi perubahan dan perkembangan mengikuti waktu. Geometri fraktal adalah geometri alam yang memiliki bentuk irregular. Arsitektur Candi mengambil bentuk alam ke dalam arsitekturnya. Perulangan geometri alam pada candi memakai aturan perhitungan vastu purusa mandala menggunakan geometri bujursangkar, diulang dengan berbagai ukuran besar dan kecil membentuk pola geometri fraktal, sehingga dengan pengkajian dapat dikembangkan dalam perancangan arsitektur. Berdasarkan permasalahan konservasi peninggalan masa lalu yang perlu dilindungi dan dijaga agar dapat dilestarikan maka dalam penelitian ini akan dilakukan kajian geometri fraktal candi dan akan diterapkan pada perancangan Museum Purbakala Singosari sebagai upaya konservasi dan pengembangan budaya peninggalan Kerajaan Singosari.

Kata kunci: geometri fraktal, Candi Singosari, museum

ABSTRACT

Singosari Temple one of the architectural wealth of the archipelago has a local characters. As an architecture was built during Singosari kingdom in the 13th century, the form of the temple royal heritage which is an icon Singosari Kingdom Singosari historical heritage of the past. Existence is what reinforces that the building has a closeness with surrounding community, has the potential to be developed to change the initial function of the temple as a place of worship and veneration into a place of learning and preserving the culture. To translate the necessary building of a basic formation identifying the building by using the geometry architecture which is a basic tool for defining space in the universe. Science integral geometry and architecture, changes and developments following the time. Fractal geometry is the geometry of nature that have irregular formations. The temple architecture taking natural formations into its architecture. Iteration geometry of the temple wearing a calculation rule of vastu purusa mandala using rectilinear geometry, repeated with a variety of large and small sizes to form patterns of fractal geometry, so that the assessment can be developed in the architectural design. Based on past heritage conservation issues that need to be protected and maintained so that it can be preserved in

this study will examine the fractal geometry of the temple will be applied to the design of the Archaeological Museum Singosari as conservation of cultural heritage and the development of the Kingdom Singosari.

Keywords: fractal geometry, Candi Singosari, museum

1. Pendahuluan

Geometri menjadi suatu hal yang sangat penting dalam perancangan arsitektur sebagai alat untuk mendefinisikan ruang. Seperti yang kita ketahui geometri merupakan sebuah order yang memimpin perancang dalam prosesnya secara efisien mencapai sesuatu yang diinginkan menjadi 'indah'. Aturan-aturan yang ada tersebut kelihatannya mengikat dan mengarahkan suatu perancangan ke satu tujuan tertentu. Tetapi, sesuai pernyataan di atas, tanpa adanya aturan tertentu arsitek hanya akan menjadi sebatas tukang batu yang menyusun batu-batu sehingga menjadi hasil yang tanpa makna. Sebaliknya, ketika perancang memutuskan untuk memegang satu 'aturan' tertentu yang cocok dengan jiwanya dan tentu saja jiwa lingkungannya (*genius loci*).

Geometri fraktal adalah geometri alam yang memiliki bentukan irregular. Geometri alam tidak sepenuhnya tidak terukur. Fraktal adalah cara mengidentifikasi bentuk irregular tersebut sehingga terukur. Dalam prinsip fraktal menggunakan cara menskala bentukan pada tiap fragmen bentukan. Konsep dari dimensi fraktal adalah memainkan aturan tertentu dalam penggunaannya (Mandel, 1982:1).

Pengembangannya geometri fraktal dalam arsitektur sudah ada sejak jaman arsitektur klasik dan modern, karena geometri fraktal adalah geometri alam yang bentuknya sangat dekat dengan manusia. Candi adalah salah yang mengambil bentukan alam kedalam arsitekturnya. Bentuk perulangan geometri alam pada candi yang memakai aturan perhitungan vastu purusa mandala menggunakan geometri bujursangkar yang diulang dengan berbagai ukuran besar dan kecil membentuk pola tertentu. Pola ini merupakan geometri fraktal, sehingga dengan pengkajian dapat untuk dikembangkan dalam perancangan arsitektur.

Dalam kajian kali ini identifikasi Candi-candi Kerajaan Singosari akan menggunakan proporsi dan perbandingan bagian fasad dan *plan* candi-candi peninggalan Kerajaan Singosari, sehingga ditemukan prinsip geometri perbandingan yang tepat. Perhitungan geometri candi juga menggunakan perhitungan Vastu Sastra perhitungan arsitektur dari India yang banyak mempengaruhi bentuk candi. Menurut Rahardian (2008) teori geometri yang ada pada candi menggunakan perbandingan Vastu Sastra dan geometrik kartesian-cruciform pada denah, sedangkan untuk fasad sendiri merupakan siluet segitiga manifestasi meru. Fasade dengan ragam tekstur berupa relief dan ornamen yang menarik sebenarnya memiliki perbandingan rasio tertentu yang dapat dikaji ulang untuk mendapatkan prinsip geometri candi.

Dalam kitab Negarakertagama, Kerajaan Singosari didirikan pada tahun Saka 1104 atau tahun 1182 masehi oleh raja Ranggah Rajasa (Ken Arok), pada awalnya kerajaan ini bernama Tumapel milik Tunggal Ametung yang kemudian direbut oleh Ken arok dan menjadi kerajaan Kutaraja. Dalam Kitab Pararaton Kutaraja berubah nama menjadi Singosari pada tahun Saka 1176 masa kerajaan Raja Wisnuwardana , yaitu raja ketiga

Singosari. Pada masa pemerintahan Raja Kertanegara, Singosari menjadi kerajaan besar dan wilayah kekuasaannya keluar Jawa bahkan sampai ke negeri Melayu. Kerajaan Singosari inilah yang menjadi cikal bakal kerajaan Majapahit yang akan menguasai Nusantara (Muljana, 2007).

Pada masa kerajaan Singosari merupakan masa peralihan, dimana pada jaman itu agama yang dianut ada dua agama yaitu agama Budha dan Hindu. Negarakertagama (masa Singosari-Majapahit) menyebutkan ada dua puluh tujuh bangunan yang terkenal sebagai dharma aji dan lebih dua ratus bangunan sebagai dharma lepas sebagai bangunan suci. Pada dasarnya kedua dharma ini memiliki fungsi yang sama yaitu sebagai tempat pemujaan atau pemujaan yang biasa kita kenal sebagai "candi" (Rahardian, 2004).

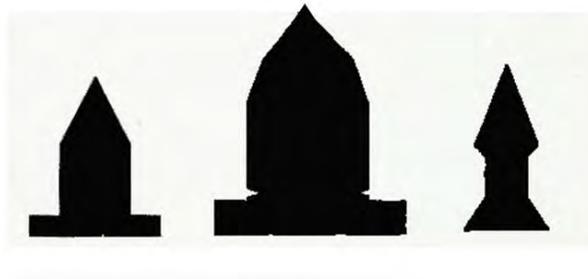
2. Pustaka dan Metode

2.1 Pustaka

2.1.1 Tinjauan arsitektur candi

Indonesia memiliki ratusan candi yang menyebar di seluruh wilayah dengan bentuk arsitektur yang unik dan beragam. Karya arsitektur ini dipengaruhi oleh seni bangunan dari kuil India, tetapi pada perkembangan lebih lanjut mengalami proses adaptasi sehingga cenderung menyimpang dari kitab bangunan kuno India. Hal ini membuktikan bahwa pengaruh budaya lokal mengadaptasi candi sehingga desain candi di Indonesia menguat dengan kekhasannya sendiri (Rahardian, 2008:62).

Tipologi candi di nusantara secara umum dibagi menjadi dua yaitu gaya Jawa Tengah dan Jawa Timur. Penggolongan candi gaya Jawa Tengah dan Jawa Timur sebenarnya untuk mempermudah mengenali secara general karakteristik bentuk-bentuk candi yang menunjukkan perbedaan.



Gambar 1. Sosok Arsitektur Candi Klasik Tua ke Muda
(Sumber: Rahardian, 2008)

2.1.2 Kosmologi dalam arsitektur candi

Menurut Purwanto (dalam Harto, 2008:3) kosmologi memiliki makna keteraturan, keseimbangan dan harmoni yang manivestasinya adalah sistem alam semesta sebagai makrokosmos. Dalam sistem kosmologi ini Tuhan ditempatkan sebagai pusat kosmos yang mengatur keseluruhan sistem. Di dalam budaya konsep kosmologi Jawa yang diimplementasikan pada elemen-elemen di alam semesta terlihat pada manusia, rumah, desa dan komunitas. Konsep kosmologi pada kehidupan budaya masyarakat Jawa yang paling

terlihat adalah menyatunya makro kosmos dan mikrokosmos, yaitu manunggaling kawula lan gusti.

Sistem kosmologi manunggaling kawula lan gusti terlihat pada sejarah sistem religi masyarakatnya. Hal ini mulai terjadi pada masa jaman prasejarah hingga modern saat ini. Konsep manunggaling kawula lan gusti diperkuat dengan datangnya kebudayaan Hindu-Budha dari India (Harto,2008:4).

2.1.3 *Komposisi arsitektur candi nusantara*

Menurut Rahardhian (2011:4) dalam membahas arsitektur candi terdapat hal-hal yang perlu digarisbawahi, khususnya yang berkaitan dengan kreativitas pengolahan *form* dan *spatial*-nya. Secara arsitektonik beberapa atribut kuat dalam desainnya dapat dilihat pada denah, perletakan dan sosok-fasad, antara lain berupa: komposisi geometrik-cartesian, unsur garis pada fasad-efek gelap terang, sosok volumetrik, efek perspektifis pada atap candi, kesimetrisan, besaran-skala proporsi, aspek pembagian tiga, perulangan.

2.1.4 *Tinjauan geometri fraktal dalam arsitektur candi*

Geometri fraktal dalam arsitektur dapat menghasilkan ide yang indah dan kompleks mempunyai energi universal yang kuat terpantul pada bangunan. Candi Hindu merupakan contoh terbaik dari penerapan geometri fraktal dari masa lampau dengan pandangan religi kosmis, yang sebenarnya telah ada sebelum ditemukannya teori geometri fraktal. Geometri fraktal digunakan untuk memmanifestasi atau mentransformasikan Hindu kosmologi dan fisiologi kedalam diagram vastu purusha mandala. Vastu mengacu pada lingkungan fisik. Purusha mengacu pada energi atau mahluk kosmis, sedangkan mandala adalah diagram atau grafik. Bagian tengah mandala adalah tempat Brahmana sebagai energi kosmis terbesar terpusat ditengah berbentuk persegi yang teraplikasi pada struktur candi (Rian dkk, 2007:1)

Fraktal memiliki karakteristik *self-similary* yang berarti fraktal memiliki sifat-sifat yang sama untuk berbagai skala yang digunakan. Dimensi fraktal berupa bilangan pecahan yang dapat digunakan sebagai pengidentifikasi ciri suatu citra.

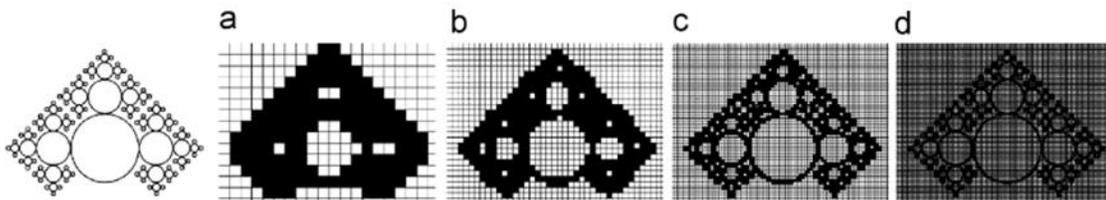
Menurut Rian, dkk (2007:4) dimensi fraktal dalam geometri fraktal adalah perhitungan yang mengukur nilai kefraktalan suatu objek. Untuk setiap fraktal objek dimensi fraktal selalu non-integer, yaitu tidak seperti benda berdimensi bulat (titik (nol dimensi), garis (satu dimensi), persegi (dua dimensi) dan kubus (tiga dimensi)) objek fraktal adalah pecahan-pecahan dimensi yang artinya objek fraktal dapat diantara satu dan dua dimensi atau diantara dua dimensi dan tiga dimensi. Sebab antara satu dimensi dan dua dimensi fraktal 'D' adalah selalu lebih dari satu dan kurang dari dua (i.e., $1 < D < 2$), sedangkan objek diantara dua dan tiga dimensi fraktal 'D' selalu lebih dari dua dan kurang dari tiga (i.e., $2 < D < 3$). Jadi dimensi fraktal berupa pecahan bukan bilangan bulat.

Dimensi fraktal dapat dihitung dengan metode perhitungan kotak (*box-counting*). Metode ini membagi citra menjadi kotak-kotak dengan bervariasi ukuran. *Box Counting Method* adalah metode yang digunakan untuk mengevaluasi dimensi fraktal dari tampak bangunan, gunung, pohon atau benda yang tidak fraktal. Dimensi fraktal yang dihitung dengan *box counting method* mengukur kefraktalan dari suatu gambar atas dasar kekasaran, tekstur atau jumlah rincian gambar. Gambar yang memiliki dimensi fraktal 1,1-

1,5 menunjukkan kurangnya rincian detailnya, sedangkan gambar yang memiliki dimensi fraktal 1,6-1,9 tetapi kurang dari nilai dua integer, menunjukkan tingginya rincian detail gambar. Kekasaran gambar yang memiliki dimensi fraktal 1,21-1,25 atau dimensi 1,81-1,86 secara visual tidak begitu banyak dibedakan jika dilihat dengan mata telanjang. Pada dimensi fraktal 1.1, 1.2, 1.3,..., 1,8 dan 1,9 dapat terlihat dengan jelas perbedaannya (Rian dkk, 2007:4).

Menurut Rian dkk (2007:5) untuk mengevaluasi fraktal dari sebuah gambar dengan metode *counting box* ini dilakukan dengan beberapa langkah yaitu:

- a. Grid persegi diletakan diatas gambar
- b. Skalikan grid 'S' pada gambar tersebut
- c. Hitung grid persegi tersebut yang tertandai oleh gambar. Jumlah grid adalah 'N'
- d. Ulangi proses dengan gambar yang sama, hanya saja ubah skala grid perseginya
- e. Dimensi fraktal 'D' dapat dihitung dengan mengubah hasil 'S' dan 'N' ke dalam grafik log-log, kemiringan garis yang dihasilkan dari grafik log-log
- f. Menentukan dimensi fraktal dari gambar



Gambar 2. Pengaplikasian *Box Counting* pada Gambar Paling Kiri – Gambar Fraktal ; (a) grid ukuran 24; (b) grid ukuran 12; (c) grid ukuran 6; dan (d) grid ukuran 3

(Sumber: Rian dkk, 2007)

Penerapan counting box menurut Rian dkk (2007) pada Candi Kandariya Mahadev di India adalah dengan menerapkannya pada bagian tampak yaitu tampak pada denah candi karena awal pembangunan candi selalu memakai perhitungan vastumandala purusa dengan memberi grid-grid persegi yang posisinya disesuaikan dengan arah mata angin, maka *metode counting box* dengan grid persegi ini dapat dikatakan sebagai vatumandala purusa dengan skala yang berbeda.

2.1.5 Standar museum purbakala

Berdasarkan Pedoman Museum Indonesia (Direktorat Museum, 2008) pada dasarnya, museum situs purbakala adalah berupa bangunan baru yang didirikan pada suatu situs purbakala atau yang dibangun dekat situs tersebut, serta dirancang sebagai sebuah museum.

Untuk mendirikan bangunan baru yang akan difungsikan sebagai bangunan museum situs purbakala harus memenuhi standar teknis sebagai berikut :

a. Material

Material bangunan yang digunakan harus disesuaikan dengan karakteristik benda cagar budaya dan kondisi lingkungan sekitar situs. Material bangunan yang tidak sesuai dengan karakteristik dan kondisi lingkungan situs akan memberikan efek buruk, baik terhadap bangunan itu sendiri maupun lingkungan di sekitarnya.

b. Arsitektur

Arsitektur bangunan museum situs sangat menentukan keindahan dan keserasiannya dengan situs serta lingkungan sekitarnya. Bangunan yang baru dan berada di lokasi situs, sebaiknya bersifat permanen. Gaya dan bentuk bangunannya disesuaikan dengan bangunan cagar budaya dan arsitektur tradisional lingkungan sekitarnya. Namun, estetika dari arsitektur bangunannya saja, tetapi juga kelestarian dari benda cagar budaya yang telah menjadi koleksi museum situs purbakala.

c. Penataan Lingkungan

Penataan lingkungan yang dibuat pada museum situs purbakala, sebaiknya tidak mengubah karakteristik dari lansekap situs tersebut.

f. Kelengkapan

Bangunan museum situs harus memiliki kelengkapan bangunan yang dapat menunjang aktivitas dalam pengelolaannya, antara lain meliputi: ruang penyimpanan koleksi, ruang studi koleksi, ruang perawatan, ruang preparasi, ruang pameran, ruang audiovisual, ruang kantor, dan ruang perpustakaan.

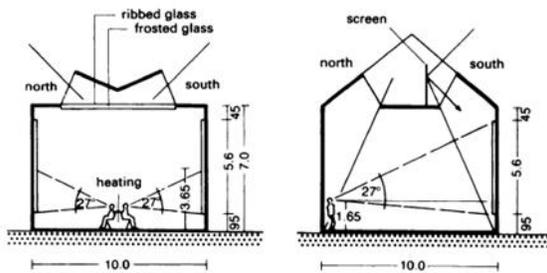
Kelengkapan bangunan tersebut dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan berdasarkan hasil kajian.

2.1.6 Standar ruang pameran

Ruang pameran museum (Neufert, 2002:250) syarat-syarat ruang pameran adalah sebagai berikut:

- a. Terlindung dari gangguan pencurian, kelembaban, kekeringan dan debu
- b. Mendapatkan cahaya yang terang
- c. Penempatan khusus untuk benda-benda sesuai dengan material benda yang akan disimpan dan dipamerkan, kebutuhan lukisan di pameran pada dinding museum memerlukan tempat tinjauan yang khusus

Pencahayaan museum yang baik yang menguntungkan adalah sudut 30' dan 60' pada ketinggian ruangan 6.70 m dan 21.3 m untuk lukisan yang panjangnya 3.04 sampai 3.65m.



Gambar 3. Pencahayaan pada Ruang Pamer Museum
(Sumber: Neufert, 2002)

2.2 Metode

Pada penulisan skripsi ini terdapat dua tahap metode penelitian yang digunakan yaitu metode penelitian terhadap geometri fraktal candi Singosari, yang kedua adalah metode perancangan museum purbakala dengan pengaplikasian geometri fraktal candi Singosari. Metode penelitian menggunakan metode diskripsi analisis dan metode kualitatif

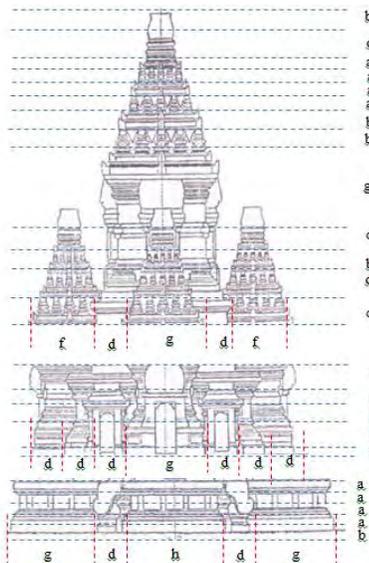
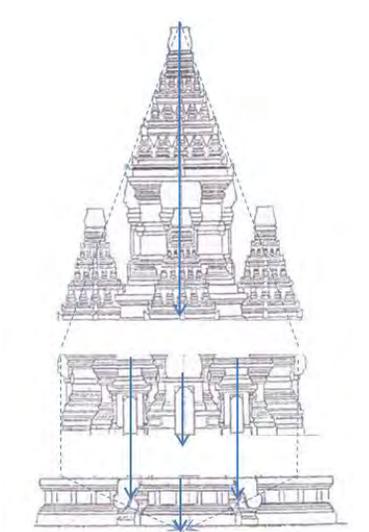
untuk mengidentifikasi Komposisi Arsitektur dan *similary self* Candi Singosari, metode analisis kuantitatif (*counting box method*) analisis dimensi arsitektur. Sedang pada perancangan menggunakan metode geometri dan kanonik.

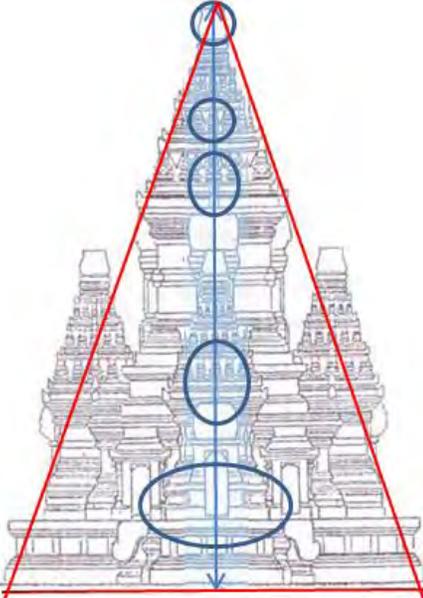
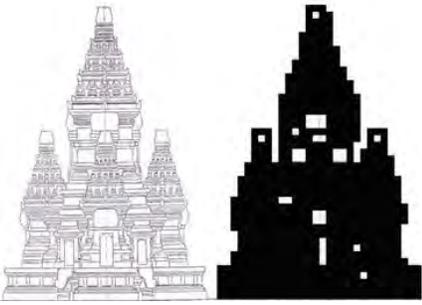
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Komposisi Arsitektur Candi

Candi Singosari memiliki proporsi, skala, keseimbangan dan *point of interest* sebagai bagian dari komposisi arsitektur candi.

Tabel 1. Tabel Analisis Proporsi, Skala, Keseimbangan dan Point of Interest Candi Singosari

<p>Candi Singosari Proporsi dan skala</p> <p>Puncak (Swahloka)</p> <p>Badan (Bwahloka)</p> <p>Kaki (Bhurloka)</p>		<p>Candi Singosari pada gambar bagian candi sempurna, gambar ini diambil dari hasil rekonstruksi H.L. Leydie Melville . Bentuk lengkap bangunan candi dianalisis seluruh objek pada Candi Singosari yang dibandingkan adalah kepala, badan, dan kaki.</p> <p>Hasil analisa bentuk proporsi dan skala candi Singosari semakin naik tingkat atas proporsinya semakin mengecil. Terdapat irama dalam skala jarak Candi Singosari :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pada Puncak candi, proporsi perbandingan tingginya bdaaaabbbcbdc sedangkan perbandingan lebar fdgdf 2. Pada badan candi proporsi perbandingannya tinggi cabba, sedangkan perbandingan lebar candi dddgddd 3. Pada kaki candi proporsi perbandingan tinggi aaaab perbandingan lebar gdhgd
<p>Keseimbangan</p> <p>Puncak (Swahloka)</p> <p>Badan (Bwahloka)</p> <p>Kaki (Bhurloka)</p>		<p>Keseimbangan pada arsitektur Candi Singosari terlihat pada keseimbangan simetris vertikal.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pada bagian puncak atap terdapat ornamen dengan mengecil ukurannya semakin keatas, menimbulkan kesan meninggi dengan keseimbangan disisi kanan dan kiri terdapat puncak kecil candi. 2. Pada bagian tengah pada badan terbentuk garis simetri yang membagi dua bagian sama besar dan simetris, sehingga seperti pencerminan bagian kiri terhadap kanannya . 3. Pada Candi Singosari terdapat dua tangga di kanan dan di kiri bangunan, membentuk pencerminan bentuk di sebelah kanan dan di sebelah kiri. <p>Pada bangunan Candi Singosari terdapat tiga alur keseimbangan garis vertikal yang membentuk unsur simetris.</p>

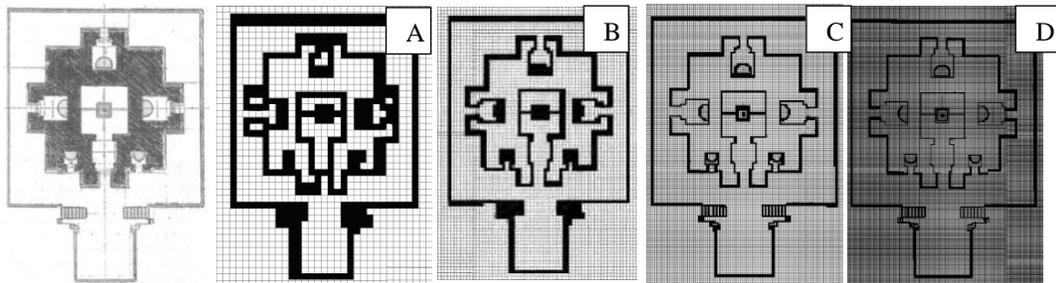
<p>Point of Interest</p> <p>Puncak (Swahloka)</p> <p>Badan (Bwahloka)</p> <p>Kaki (Bhurloka)</p>		<p>Point of interest pada candi Singosari terlihat pada tiga bagian candi, yaitu kepala, badan dan kaki candi.</p> <p>1. Pada bagian tengah kepala candi ditunjukkan dengan ornamen yang lebih besar. Bentuk puncak yang polos menambah titik hirarki atap. Bentuk atap utama candi yang lebih besar dibanding 4 atap kecil lainnya mengesankan bentuk hirarki pada puncak candi.</p> <p>2. Pada bagian badan terdapat pintu masuk utama yang memiliki ukuran lebih besar dibanding pintu lain. Bentuk badan bangunan utama candi yang lebih besar memperkuat hirarki di tengah bangunan.</p> <p>3. Pada bagian kaki terdapat aksentuasi tangga sebagai pengarah pencapaian melalui kanan atau kiri candi. Ketiga bentuk tersebut maka dapat disimpulkan bahwa point of interest Candi Kidal Puncak bangunan utama candi.</p>
<p>Sosok Keseluruhan</p>		<p>Skala perbandingan kepala, badan, dan kaki pada candi Singosari merupakan bentuk geometri.</p> <p>Kesatuan komposisi sosok candi terlihat pada dominasi lebar bentuk kaki candi, kemudian dilanjutkan dengan mengecil di bagian badan candi. Menunjukkan kesan irama yang meningkat dan semakin ke atas sampai bagian kepala candi dan berakhir pada puncak candi Singosari, terlihat bentuk sosok segitiga candi merupakan manifestasi dari bentuk meru (gunung) berpuncak kaliassa dengan empat puncak yang lebih rendah memunculkan kesan vertikal</p>

(Sumber: Hasil analisis, 2014)

1. Proporsi dan skala percandian untuk mengidentifikasi percandian Singosari yang dianalisis adalah bagian kepala, badan, dan kaki Singosari. Secara keseluruhan skala dan proporsi bangunan candi terdapat irama perulangan proporsi yang semakin ke atas skala bangunan semakin mengecil. Sedangkan pada lebar bangunan candi merupakan keseimbangan simetri yang merupakan pencerminan pada bentuk sumbu tengahnya.
2. Keseimbangan percandian yang dianalisis adalah bagian kepala, badan, dan kaki percandian. Secara garis besar bentuk candi memiliki keseimbangan simetri yang garis sumbu tengahnya adalah suatu pencerminan.
3. *Point of interest* percandian yang dianalisis adalah bagian kepala, badan dan kaki bangunan. *Point of interest* keseluruhan candi terlihat pada bentuk tengah candi yang mengarahkan untuk masuk ke dalam candi.
4. Sosok keseluruhan candi merupakan manifestasi bentuk meru karena itu secara tampak yang terlihat adalah sosok bentuk vertikal geometri segitiga. Bentuk persegi adalah keseimbangan dasar bentuk candi sehingga candi memiliki bentuk yang simetri.

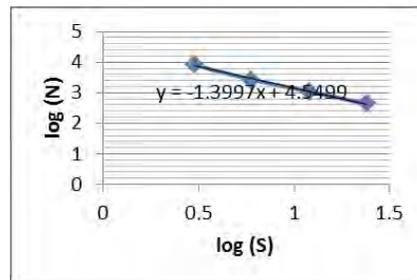
3.2 Analisis Dimensi Fraktal Candi Singosari

Analisis dimensi fraktal bertujuan untuk mengetahui dimensi fraktal yang terdapat pada candi dan memperlihatkan bentukan dasar candi dan pola perulangan yang terbentuk pada denah dan tampak percandian Singosari. Analisis dimensi fraktal ini menggunakan metode *counting box* milik Rian, dalam analisis ini dapat dilihat tingkat kefraktalan suatu bangunan candi. Analisis visual ini sebatas objek tampak dan denah yang dilihat secara dua dimensi sehingga hasil dimensi yang diperoleh pada analisis ini tidak mungkin lebih dari dua dimensi.



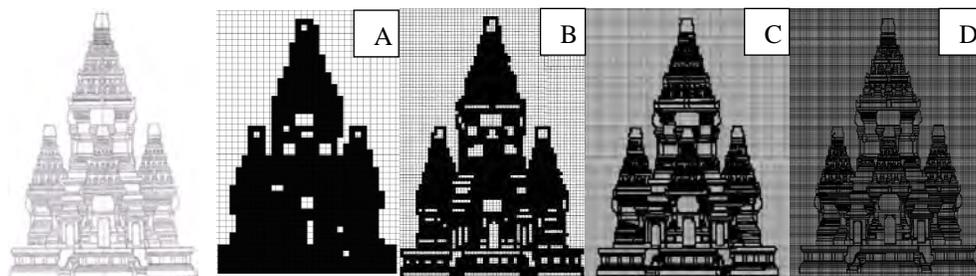
Gambar 4. Pengaplikasian Box Counting pada Denah Candi Singosari: (a) grid ukuran 24; (b) grid ukuran 12; (c) grid ukuran 6; and (d) grid ukuran 3
(Sumber: Hasil analisis, 2014)

n	s	log n	log s
3	8224	0.477121	3.915083
6	2583	0.778151	3.412124
12	1090	1.079181	3.037426
24	432	1.380211	2.635484



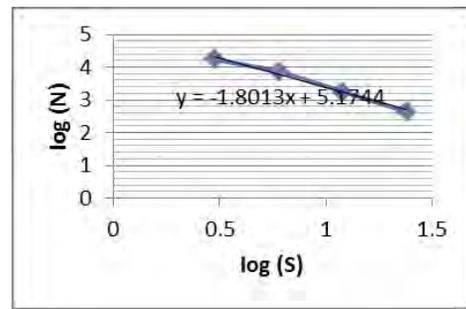
Gambar 5. Grafik Dimensi Fraktal 1,4
(Sumber: Hasil analisis, 2014)

Pada analisis gambar denah Candi Singosari memiliki kedalaman (dimensi fraktal) $D = 1.4$ menunjukkan tingkat kekasaran dan detail pada geometri denah Candi Singosari rendah.



Gambar 6. Pengaplikasian *Box Counting* pada Tampak Candi Singosari: (a) grid ukuran 24; (b) grid ukuran 12; (c) grid ukuran 6; and (d) grid ukuran 3
(Sumber: Hasil analisis, 2014)

n	S	log n	log s
3	17532	0.477121	4.243831
6	7435	0.778151	3.871281
12	1766	1.079181	3.246991
24	441	1.380211	2.644439



Gambar 7. Grafik Dimensi Fraktal 1,8

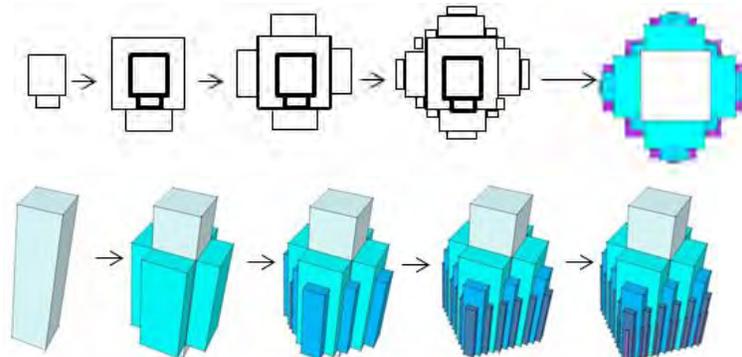
(Sumber: Hasil analisis, 2014)

Pada analisis gambar tampak Candi Singosari memiliki kedalaman (dimensi fraktal) $D = 1.8$ menunjukkan tingkat kekasaran dan detail pada geometri tampak Candi Singosari tinggi. Fraktal geometri pada Candi Singosari memiliki dimensi fraktal yang tinggi, dengan kekasaran tinggi.

3.3 Analisis Similary Candi Singosari

Self similary adalah salah satu ciri dari prinsip geometri fraktal, maksud dari *Similary selft* adalah pengulangan kembali bentukan dasar yang sama pada skala bentuk dasar diperbesar ataupun diperkecil tetap terbentuk dari bentuk dasar yang sama. Candi merupakan bentukan yang berulang bentuk geometrinya dari bentukan elemen menjadi satu bangunan candi yang kompleks. Tampak menurut hasil analisis dimensi fraktal memiliki dimensi yang lebih tinggi dibanding denah, hal ini menunjukkan bahwa perulangan geometri dasar pada percandian Singosari memiliki bentukan yang detail. Analisis *selft similary* bertujuan untuk mengetahui bentukan dasar candi dan perulangan bentukan dasar itu pada denah dan tampak candi sehingga dari bentukan candi ini dapat dieksplor ke bentukan geometri museum.

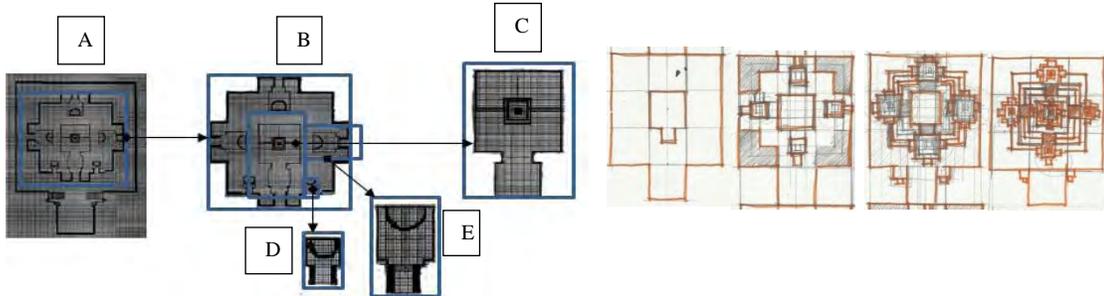
Bentuk dasar denah Candi Singosari merupakan bentukan dari persegi empat dan kombinasinya. Bentukan segi empat dengan segi empat kecil dibagian bawah ini merupakan bentukan dasar dari yoni Terdapat dua plan candi yaitu batur atau dasar candi dan kaki candi.



Gambar 8. Alur 3D Modeling Candi Singosari

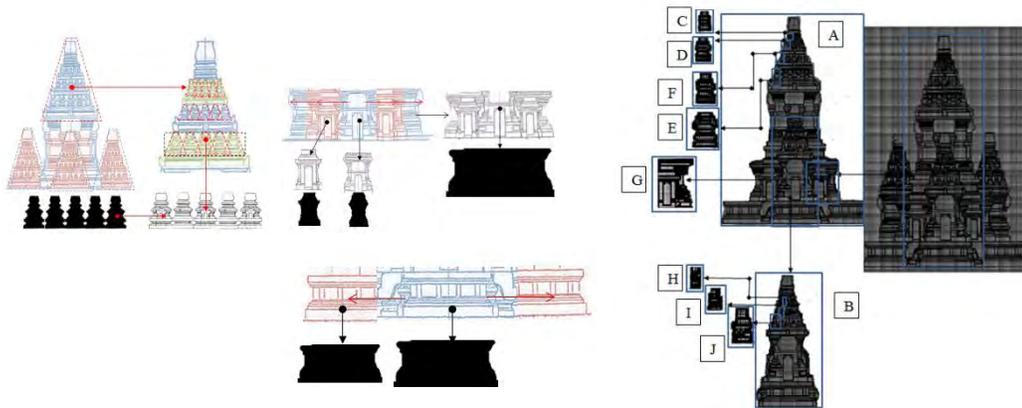
(Sumber: Hasil analisis, 2014)

Bentukan kubus yang mengalami perulangan diri sendiri (*similarity self*) membentuk bentukan seperti pada bagian badan dan kaki candi, dan puncak candi, merupakan bentukan dasar candi dengan bentukan 4 puncak pendukung.



Gambar 9. *Similarity Self* pada Denah Candi Singosari
(Sumber: Hasil analisis, 2014)

Pada Candi Singosari memiliki bentuk perulangan terkecil seperti pada bagian C yang diulang bentuk D dan E yang memiliki skala tertentu membentuk bagian D dan E. Modul akan menentukan bentukan didalam bangunan dan geometri di eksplor dengan komposisi seperti pada candi Singosari. Bentuk patri di transformasi dan diulang di keempat sisi mata angin, dari tiap lantai bentuk patri semakin mengecil dan mengerucut.

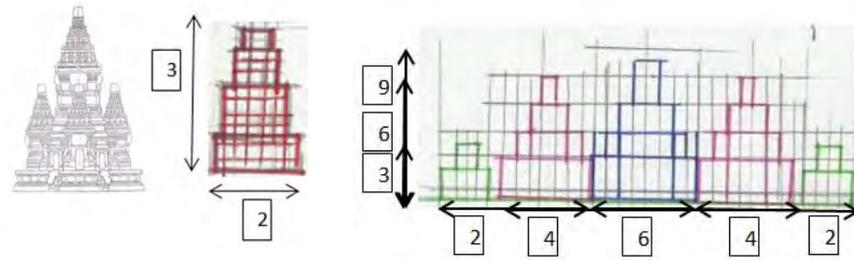


Gambar 10. *Similarity self* pada Tampak Candi Singosari
(Sumber: Hasil analisis, 2014)

Perulangan bentuk persegi pada tampak candi pada pola perulangan vertikal dan horizontal yang semakin keatas semakin mengecil skala dan proporsinya dan kiri candi. Pada tampak Candi Singosari adalah salah satu data bangunan restorasi candi yang utuh dan sempurna dibanding candi-candi yang lain. Terdapat perulangan bentuk, terdapat tiga bagian candi yaitu kepala, badan dan kaki candi.

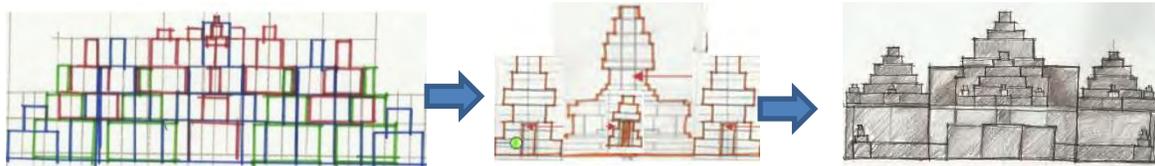
Bentuk yang Khas pada Candi Sinosari adalah terdiri dari lima menara dengan satu menara utama di tengah bangunan yaitu pada bagian A dan B. Bentuk perulangan terlihat pada atap bangunan yaitu pada menara utama yang semakin mengecil skalanya pada bagian C,D,E,F, dan pada bagian kepala menara kecil pada bagian H,I,J perulangan badan pada pintu dan relung candi.

3.4. Aplikasi Geometri Fraktal pada Desain museum



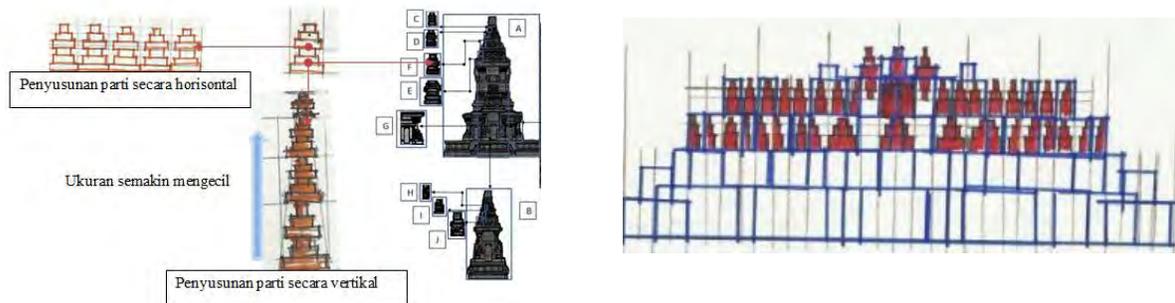
Gambar 11. Proporsi dan Skala Tampak
(Sumber: Hasil analisis, 2014)

Proporsi vertikal dan horizontal museum dengan diagram bentukan tampak bangunan lebih memanjang daripada proporsi asli candi Singosari karena untuk menyesuaikan bentukan tampak museum dan kebutuhan volume bangunan museum yang tidak memungkinkan membuat bangunan lebih dari empat lantai sesuai dengan peraturan daerah pada analisis tampak terpilih. Bentuk bangunan pun terpecah menjadi lima menara dengan satu menara utama dengan perulangan bentuk parti tampak candi yang termodul seperti diagram pada gambar dengan proporsi yang sama yaitu 3:2.



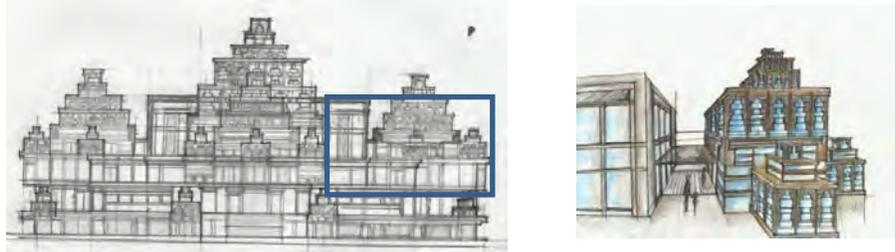
Gambar 12. Alur pembentukan diagram tampak museum
(Sumber: Hasil analisis, 2014)

Bentuk parti tampak candi diulang pada fasad bangunan museum hingga membentuk diagram awal tampak bangunan museum disesuaikan dengan volume bangunan museum yang dibutuhkan



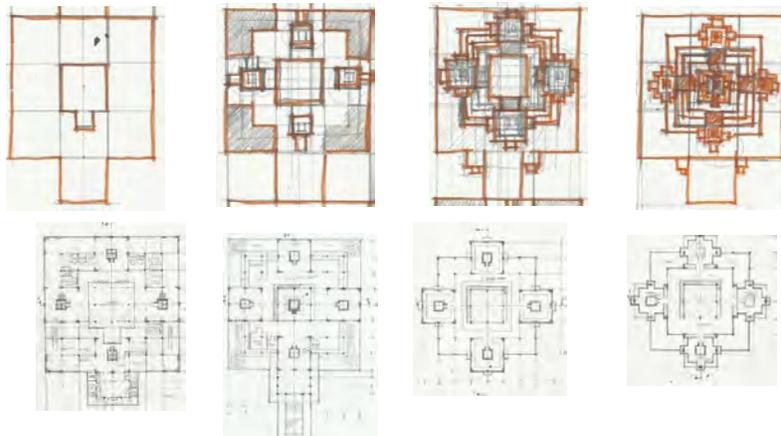
Gambar 13. Pengulangan Parti (*Similary Self*)
(Sumber: Hasil analisis, 2014)

Diagram fasad dengan pengulangan parti pada bagian puncak museum terlihat pada gambar dengan perulangan semakin mengecil ke arah horisontal, dan ukuran pengulangan parti tetap sama ke arah vertikal.



Gambar 14. Alur Pembentukan Diagram Tampak Museum
(Sumber: Hasil analisis, 2014)

Diagram fasad dengan pengulangan parti pada bagian puncak museum terlihat pada gambar dengan perulangan semakin mengecil ke arah horisontal, dan ukuran pengulangan parti tetap sama ke arah vertikal.



Gambar 15. Alur Pembentukan Denah Museum
(Sumber: Hasil analisis, 2014)

Pada geometri *plan* museum terlihat perubahan bentuk geometri dengan perulangan parti dari luar ke dalam semakin mengecil dan perulangan dengan rotasi berbeda pada empat penjurang angin. Bentuk *plan* secara bertingkat pada candi merupakan pengembangan bentuk parti dengan cara pengulangan, penambahan bentuk, penumpukan bentuk geometridengan ukuran yang berbeda. Dengan ukuran yang semakin keatas semakin mengecil.



Gambar 16. Hasil Desain Museum
(Sumber: Hasil analisis, 2014)

4. Kesimpulan

Geometri fraktal Candi Singosari didominasi oleh bentukan persegi yang diulang bentukan dasarnya dengan pola rumus perulangan tertentu sehingga pada tiap tahap bagian candi bentuk pada candi tidak monoton sama namun ada pergerakan pola dan irama skala dan proporsi sehingga kedetailan bangunan candi pada setiap garis atau mistar candi terdapat perbedaan. Pola yang membentuk geometri fraktal dipengaruhi oleh arsitektur Hindu dari India dan kosmologi kepercayaan masyarakat pada saat zaman Singosari, maka dalam pengkajian geometri fraktal pada studi kasus ini dengan hasil sebagai berikut:

- Geometri fraktal pada denah candi memperlihatkan pola pergerakan perulangan bentuk dasar patri persegi berbentuk yoni. Pada denah menggunakan pola mandala empat arah mata angin, perulangan dari poros tengah keluar atau ke dalam sehingga menimbulkan kesan bentukan lebih kecil atau lebih besar (*zoom in- zoom out*). Pada perancangan museum bentukan dasar denah candi di transformasikan ke dalam bentuk bangunan museum dengan prinsip-prinsip geometri candi.
- Tampak candi yang memiliki estetika tinggi memperlihatkan bentukan candi secara horizontal dan vertikal, candi diklarifikasikan menjadi tiga bagian yaitu bagian kepala, badan dan kaki candi. Pada bagian kepala komposisi arsitektur terlihat bahwa kesan vertikal sangat terlihat pada bagian ini, ada prinsip kaedah perspektif sehingga bentukan semakin terlihat tinggi. Pada bagian badan candi cenderung memiliki bentukan polos sehingga merupakan inti ruang candi. Dari hasil analisis dapat dilihat bahwa bagian badan candi memiliki *point of interest* karena terdapat pintu utama dan kepala kala. Kaki candi adalah penyeimbang bentukan atas candi dengan bentukan simetri terlihat pada tangga tunggal atau tangga ganda. Geometri fraktal pada tampak candi terletak pada bentukan pengulang persegi baik secara horizontal maupun vertikal.
- Bentuk geometri dasar tiap Candi memiliki perbedaan walaupun bentukannya mirip antara candi yang satu dan yang lainnya. Geometri fraktal pada candi tidak sekuat geometri fraktal pada alam sehingga tingkat kekasarannya masih dapat dilihat karenanya *grid box counting* yang dipakai menggunakan tingkat yang besar ukurannya.
- Candi Singosari memiliki tingkat kefraktalan yang lebih tinggi dibanding candi lain terutama pada tampak candi.
- Pada perancangan museum bentuk parti dapat dijadikan modul dalam merancang denah museum. Pada tampak perulangan parti terjadi di tiga bagian (kepala, badan, kaki memiliki prinsip perulangan yang berbeda) dan perulangan parti paling banyak terlihat pada puncak bangunan.
- Parti adalah bentuk terkecil pada geometri fraktal yang ditemukan pada tampak dan denah candi. Identifikasi bentuk parti pada penelian ini dapat dikembangkan lagi ke bentuk lain pada penelitian lain dengan objek sama, karena tidak ada patokan tertentu untuk menemukan bentukan parti yang merupakan *similary self* dari geometri fraktal candi secara keseluruhan.

Daftar Pustaka

- Direktorat Museum. 2010. [http:// museum-jatim.blogspot.com/2010/02/pedoman-penyelenggaraan-situs.html](http://museum-jatim.blogspot.com/2010/02/pedoman-penyelenggaraan-situs.html). Museum Jawa Timur. *Pedoman Penyelenggaraan Situs*. Diakses tanggal 18 Juni 2013.
- Harto, B.D . 2008. *Tata Cara Pendirian Candi Prespektif Negara Kertagama*. Semarang: UNS.
- Mandelbrot , Benoit B. 198. *The Fractal Geometry of Nature*. New York: W.H. Freeman and company.
- Muljana, Slamet. 2007. *Menuju Puncak Kemegahan (Sejarah Kerajaan Majapahit)*. Yogyakarta: PT LKis Pelangi Aksara.
- Neufert, Erst. 2002. *Data Arsitektur Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Rahardian, PH. 2004. *Menelusuri Jejak Arsitektur Candi Peninggalan Singosari-Majapahit melalui Naskah Negarakertagama*. Naskah Jawa-Arsitektur Jawa. Surabaya: Wastu Lanas Grafika.
- Rahardian, PH. 2008. "*Tipo-Morfologi Desain Arsitektur 'Candi' di Jawa Kajian Arsitekturalnya terhadap Perkembangan Desain Sosok, Denah dan Peletakannya*". Jurnal Kebhinnekaan Bentuk Arsitektur. Surabaya: FTSP ITS.
- Rahardian, PH. 2011. *The Persistence of 'Candi' Representation in Modern Architecture in Indonesia A Study of Architectural Representation in Post-Colonial Era*. International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS Vol: 11 No: 04.
- Rian, Md ,I , Park, J. H. , Uk Ahn, H. , dan Chang, D. 2007. "*Fractal Geometry as The Syntesis of Hindu Cosmology in Kandariya Mahadev Temple, Khanjaro*". Korea Selatan: Jurnal Elsevier Incha.