



Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya

Modul 01 SPACE SYNTAX



Metodologi dasar space syntax dalam analisis konfigurasi ruang

Johannes Parlindungan Siregar

© Johannes Parlindungan Siregar 2014
Modul ini disusun oleh Johannes Parlindungan Siregar
Email :
johannes@ub.ac.id
johannesparlindungan@gmail.com

Desain sampul oleh Johannes Parlindungan Siregar
Sumber ilustrasi sampul: hasil analisis *space syntax*
menggunakan perangkat lunak *Depthmap v.10*

Kata Pengantar

Morfologi merupakan komponen lingkungan binaan yang muncul sebagai respon atas pertanyaan mengenai proses terbentuknya kota. Salah satu bagian penting dari diskursus mengenai morfologi adalah konsep konfigurasi ruang. Seiring dengan perkembangan teknologi, konsep konfigurasi ruang telah berkembang menjadi teori dan metodologi dalam analisis hubungan ruang. Ben Hillier dan Juliene Hanson (1984) memperkenalkan *space syntax* sebagai salah satu pendekatan yang efektif dan efisien dalam analisis konfigurasi ruang.

Modul ini membahas konsep dan metodologi dasar *space syntax* dalam analisis konfigurasi ruang. Pembahasan antara lain mencakup konsep dan teori dasar *space syntax*, ketiga dimensi *space syntax* yaitu *connectivity*, *integrity* dan *intelligibility*. Pembahasan mengenai dimensi *space syntax* ini dilengkapi dengan contoh perhitungan secara manual dan contoh hasil analisis mempergunakan aplikasi *Depthmap v.10*. Untuk melengkapi pembahasan mengenai konsep ruang dalam *space syntax*, modul ini dilengkapi teori mengenai *axial line* dan algoritma pembentuknya.

Johannes Parlindungan Siregar
Maret 2014

Daftar Isi

KATA PENGANTAR		
DAFTAR ISI		i
DAFTAR GAMBAR		ii
Bag. 1	PENDAHULUAN	1
Bag. 2	KONFIGURASI RUANG	2
	2.1. Space syntax dan konfigurasi ruang	2
	2.2 Konsep jarak dalam space syntax	2
Bag. 3	CONNECTIVITY	4
	3.1 Konsep	4
	3.2 Metode perhitungan	4
	3.3 Ilustrasi	4
Bag. 4	INTEGRITY	6
	4.1 Konsep	6
	4.2 Metode perhitungan	7
	4.3 Ilustrasi	9
Bag. 5	INTELLIGIBILITY	14
	5.1 Konsep	14
	5.2 Metode perhitungan	14
	5.3 Ilustrasi	15
Bag. 6	AXIAL LINE	20
	6.1 Konsep	20
	6.2 Algoritma	21
	6.3 J-Graph	22
Bag. 7	PENUTUP	23
	DAFTAR PUSTAKA	24

Daftar Gambar

1	Konsep <i>step depth</i>	3
2	Konfigurasi ruang ilustrasi 1	4
3	Nilai <i>connectivity</i> dari konfigurasi ruang ilustrasi 1	4
4	Konfigurasi ruang ilustrasi 2	5
5	Nilai <i>connectivity</i> dari konfigurasi ruang ilustrasi 2	5
6	Ruangan pengamatan dengan nilai <i>integrity</i> yang tinggi	6
7	Ruangan pengamatan dengan nilai <i>integrity</i> yang rendah	7
8	Konfigurasi ruang ilustrasi 1	9
9	Konfigurasi ruang ilustrasi 2	11
10	Analisis <i>space syntax</i> pada konfigurasi grid sempurna	16
11	Analisis <i>space syntax</i> pada konfigurasi grid modifikasi	17
12	Analisis <i>space syntax</i> pada konfigurasi radial sempurna	18
13	Analisis <i>space syntax</i> pada konfigurasi radial modifikasi	19
14	Ciri <i>axial line</i>	20
15	Konsep <i>convex space</i>	20
16	Layout dan <i>s-line</i>	21
17	Proses pembuatan <i>axial line</i> mempergunakan <i>greedy algorithm</i>	21
18	Tahap penyelesaian <i>axial map</i>	22
19	Transformasi <i>axial map</i> menjadi <i>j-graph</i>	22

Bagian 1 PENDAHULUAN

Secara sederhana, ruang dapat diartikan sebagai wadah aktivitas. Kompleksitas yang dimiliki lingkungan perkotaan dimulai dengan beragamnya aktivitas yang kemudian berdampak pada susunan ruang. Beragamnya aktivitas membutuhkan konfigurasi ruang yang efektif dan efisien yang ditentukan dari pembentukan struktur ruang. Sebagai bagian dari sebuah konfigurasi, ruang tidak hanya berbentuk *node*, tetapi juga *path* atau jalur yang umumnya bersifat publik. *Node* dan *path* ini menghubungkan lahan-lahan dan mengikat mereka dalam suatu sistem hubungan (*linkage system*).

Sejak dipublikasikannya buku berjudul *The Social Logic of Space* karya Ben Hillier dan Julienne Hanson (1984), penelitian mengenai konfigurasi ruang menemui titik terang. Buku ini berisi prinsip-prinsip penting mengenai konfigurasi ruang dan bagaimana membangun generalisasi pola hubungan yang disebut sebagai *space syntax*. Pengembangan dilakukan untuk membangun metode yang akurat dan valid dalam mengukur interaksi dalam dua skala, yaitu lokal dan global dengan menggabungkan visualisasi grafis dan statistik. *Space syntax* dengan ketiga dimensinya kemudian menjadi standar dalam penelitian mengenai konfigurasi ruang arsitektur dan perkotaan dibantu oleh perangkat lunak dalam beberapa *platform*.

Modul ini disusun dalam beberapa bagian, antara lain penjelasan mengenai konsep dasar konfigurasi ruang, konsep jarak *topological distance*, konsep dan teknik analisis ketiga dimensi *space syntax* yang mencakup *connectivity*, *integrity* dan *intelligibility* dan konsep *axial line*. Pembahasan diikuti dengan ilustrasi grafis dan contoh analisis.

Bagian 2 KONFIGURASI RUANG

2.1 SPACE SYNTAX DAN KONFIGURASI RUANG

Sistem ruang tersusun dari dua komponen utama (Carmona *et al*: 2003), antara lain yaitu *layout* dan konfigurasi. Secara fisik, sistem ruang ini termanifestasi dalam morfologi. Kedua komponen ini sangat penting karena merupakan penentu pergerakan manusia dan dapat dipergunakan sebagai parameter dalam pengembangan kawasan.

Konfigurasi dapat diartikan sebagai satu set hubungan dimana terdapat objek-objek yang saling bergantung satu sama lain dalam suatu struktur (Hillier: 2007). Dalam konteks ruang perkotaan, hubungan ini terwujud dalam interaksi ruang yang dapat diidentifikasi dari adanya pergerakan dari satu ruang ke ruang lainnya. Dengan objek berupa ruang, kekuatan interaksi ini dipengaruhi oleh properti morfologi sistem ruang tersebut, antara lain :

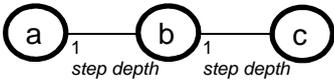
- Guna lahan, struktur bangunan, pola kapling dan pola jaringan jalan (Conzen dalam Carmon *et al*: 2003).
- Bangunan, ruang terbuka, pola kapling dan jaringan jalan (Moudon : 1997).

Di antara properti morfologi tersebut, pola jaringan menjadi komponen penting dalam perancangan kota karena mempengaruhi aspek kualitas ruang berupa permeabilitas dan aksesibilitas (Carmona *et al*: 2003). Permeabilitas merupakan parameter yang mengukur sejauh mana konfigurasi ruang menyediakan pilihan dalam menempuh perjalanan dan aksesibilitas adalah parameter yang diukur dari interaksi antara individu dengan sistem ruang. Hillier dalam Carmona *et al* (2003) menjelaskan bahwa pola dan intensitas pergerakan individu sangat dipengaruhi oleh konfigurasi ruang, bahkan struktur ruang dapat dianggap sebagai penentu tunggal yang paling mempengaruhi pergerakan dalam ruang. Untuk mengukur interaksi dalam konfigurasi ruang, *space syntax* mempergunakan beberapa dimensi yang diukur dengan mempergunakan konsep jarak topologi (*topological distance*) yang disebut kedalaman (*depth*).

2.2 KONSEP JARAK DALAM SPACE SYNTAX

Space syntax mempergunakan konsep jarak yang disebut kedalaman (*depth*) yang diukur dalam langkah (*step*) yang disebut jarak topologis atau *topological distance* (Hillier *et al*: 1987). 1 *step depth* berarti jarak antara dua buah ruang yang terhubung secara langsung, 2 *step depth* berarti jarak antara ruang A dan B dimana harus melewati 1 buah ruang antara. Pada gambar 1, jarak antara a – b, b – c dan sebaliknya masing-masing senilai 1 *step depth* sementara jarak a – c dan

sebaliknya senilai 2 *step depth* sebab harus melewati ruang b (1 *step depth* + 1 *step depth* = 2 *step depth*).



Gambar 1. Konsep *step depth*

Konsep jarak *topological distance* dipergunakan dalam analisis *axial line*, untuk menghitung hubungan antara garis-garis yang saling berpotongan atau saling bertemu pada *vertex* dimana dalam analisis ini ruang direpresentasikan dalam bentuk garis (*axial line*). Konsep jarak ini tidak dipergunakan dalam *visual graph analysis* (VGA), sebab metode ini mempergunakan teknik *overlay* jangkauan visual (*visual shed*) dalam menghitung konektivitas visual.

Depth sebagai dimensi jarak kemudian dipergunakan sebagai satu-satunya ukuran dalam perhitungan *connectivity*, *integrity* dan *intelligibility*.

Bagian 3 CONNECTIVITY

3.1 KONSEP

Connectivity adalah dimensi yang mengukur properti lokal dengan cara menghitung jumlah ruang yang secara langsung terhubung dengan masing-masing ruang lainnya dalam suatu konfigurasi ruang (Hillier *et al* :1993 dan Hillier *et al*: 1987). Disebut properti lokal karena informasi mengenai hubungan ruang dapat secara langsung diamati dari ruang pengamatan, sementara ruang-ruang yang tidak dapat diobservasi dari ruang pengamatan tidak akan diperhitungkan. Jumlah ruang yang terhubung dihitung dengan mempergunakan konsep jarak yang disebut kedalaman atau *depth*. Dengan demikian, dikatakan terhubung secara langsung apabila hanya memiliki jarak sebesar 1 langkah atau 1 *step depth*.

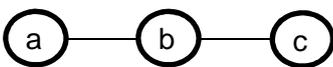
Pengukuran *connectivity* dilakukan untuk menemukan tingkat interaksi setiap ruang terhadap ruang-ruang yang berada di dekatnya. Kegunaan utama nilai *connectivity* adalah untuk mengukur tingkat *intelligibility* dengan cara mengkorelasikan nilai *connectivity* dengan nilai *integrity*.

3.2 METODE PERHITUNGAN

Perhitungan nilai *connectivity* untuk setiap ruang dilakukan dengan menjumlahkan semua ruang yang terhubung secara langsung dengan ruang pengamatan.

3.3 ILUSTRASI

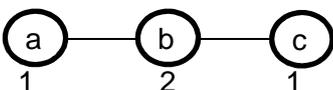
Ilustrasi 1.



Gambar 2. Konfigurasi ruang ilustrasi 1

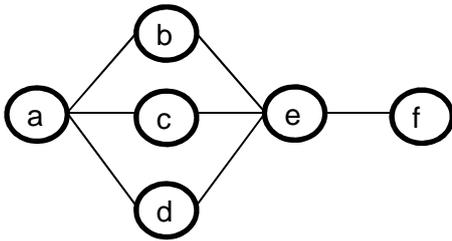
Pada ilustrasi 1, perhitungan nilai *connectivity* dapat diselesaikan sebagai berikut :

- Ruang a. Hanya terhubung secara langsung dengan ruang b, sehingga nilai *connectivity* = 1
- Ruang b. Terhubung secara langsung dengan ruang a dan c, sehingga nilai *connectivity* = 2
- Ruang c. Hanya terhubung secara langsung dengan ruang b, sehingga nilai *connectivity* = 1



Gambar 3. Nilai *connectivity* dari konfigurasi ruang ilustrasi 1

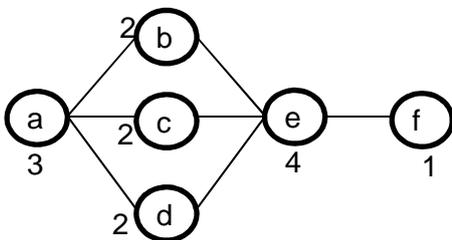
Ilustrasi 2.



Gambar 4. Konfigurasi ruang ilustrasi 2

Pada ilustrasi 2, perhitungan *connectivity* dapat diselesaikan sebagai berikut:

- Ruang a terhubung secara langsung dengan ruang b,c dan d sehingga nilai *connectivity* adalah $1(b) + 1(c) + 1(d) = 3$.
- Ruang b, c dan d masing-masing memiliki nilai *connectivity* yang sama dan masing-masing hanya terhubung secara langsung dengan ruang a dan e sehingga nilai *connectivity* adalah $1(a) + 1(e) = 2$
- Ruang e terhubung secara langsung dengan ruang b, c, d dan f, sehingga nilai *connectivity* adalah $1(b) + 1(c) + 1(d) + (f) = 4$.
- Ruang f hanya terhubung dengan ruang e, sehingga nilai *connectivity* = 1

Gambar 5. Nilai *connectivity* dari konfigurasi ruang ilustrasi 2

Dari analisis di atas ditemukan bahwa ruang e memiliki *connectivity* tertinggi dan ruang f terendah. Secara visual, dapat diamati dalam *j-graph* pada gambar 5 dimana ruang e berada di tengah konfigurasi sehingga cenderung memiliki hubungan ruang yang lebih banyak daripada ruang f yang berada di pinggir konfigurasi. Meskipun begitu, hasil analisis *connectivity* ini belum cukup untuk membuktikan dugaan di atas. Analisis *integrity* perlu dilakukan untuk membuktikan posisi relatif setiap ruang berdasarkan kedalaman (*depth*) relatifnya.

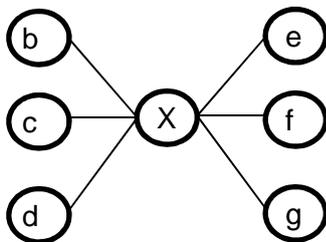
Bagian 4 INTEGRITY

4.1 KONSEP

Integrity adalah dimensi yang mengukur properti global berupa posisi relatif dari masing-masing ruang terhadap ruang-ruang lainnya dalam suatu konfigurasi ruang (Hillier *et al.*: 1987 dan Hillier *et al.*: 1993). Disebut properti global karena perhitungan nilai *integrity* tidak hanya melibatkan ruang-ruang yang secara langsung terkoneksi, tetapi juga ruang-ruang lainnya yang terkoneksi tidak secara langsung dengan ruang pengamatan. Atau dengan kata lain, perhitungan ini juga melibatkan ruang-ruang yang tidak dapat diobservasi dari ruang pengamatan, dimana penilaian *integrity* suatu ruang akan melibatkan seluruh ruang lainnya dalam suatu konfigurasi ruang (Hillier *et al.*: 2007). *Integrity* merupakan salah satu pengukuran yang penting dalam *space syntax* sebab dengan metode pengukuran ini, analisis terhadap konfigurasi ruang sebagai sebuah sistem dapat dilakukan.

Posisi relatif ruang dihitung dengan mempergunakan metode *step depth*. Dari posisi relatif ini dapat diketahui seberapa jauh (*step depth*) sebuah ruang dari ruang-ruang lainnya. Ruang yang memiliki nilai *integrity* yang tinggi (kedalaman / *depth* yang rendah) dianggap memiliki interaksi yang tinggi secara relatif terhadap ruang-ruang lainnya pada konfigurasi tersebut, atau dengan kata lain terkoneksi secara baik ke ruang pengamatan (Hillier dan Hanson: 1984). Semakin banyak ruang yang terkoneksi secara langsung dengan ruang pengamatan maka semakin tinggi pula nilai *integrity* ruang tersebut, sebaliknya semakin banyak ruang antara maka semakin rendah pula nilai *integrity* ruang tersebut.

Pada gambar 6, ruang X sebagai ruang pengamatan memiliki nilai *integrity* yang relatif lebih tinggi daripada ruang-ruang lainnya, sebab ruang X terhubung secara langsung dengan banyak ruang di sekitarnya.



Gambar 6. Ruang pengamatan dengan nilai *integrity* yang tinggi

Pada gambar 7, ruang a dan ruang c sebagai ruang pengamatan memiliki nilai *integrity* yang relatif lebih rendah sebab memiliki lebih banyak ruang antara antara lain ruang b dan c. berbeda dengan ruang b dan c yang memiliki lebih sedikit ruang antara.



Gambar 7. Ruang pengamatan dengan nilai integrity yang rendah

Dari pemahaman ini, nilai *integrity* dapat diinterpretasikan sebagai nilai hipotesis atas kemudahan bagi seseorang untuk mencapai sebuah ruang dari setiap ruang lainnya. Nilai *integrity* yang tinggi (kedalaman / *depth* yang rendah) berarti ruang tersebut dapat dengan mudah dicapai dari setiap ruang lainnya sementara nilai *integrity* yang rendah (kedalaman / *depth* yang tinggi) berarti ruang tersebut tidak dapat dicapai dengan mudah sebab observer harus melewati beberapa ruang antara terlebih dahulu.

Integrity lebih lanjut dipergunakan untuk mempelajari kekompakan ruang dalam sistem ruang. Ruang dengan nilai *integrity* yang tinggi dapat diinterpretasikan sebagai ruang yang memiliki derajat kesatuan yang tinggi terhadap konfigurasi ruang secara keseluruhan (global), demikian sebaliknya, ruang dengan nilai *integrity* yang rendah akan cenderung memisahkan diri dalam konfigurasi.

4.2 METODE PERHITUNGAN

Perhitungan nilai *integrity* untuk setiap ruang dilakukan dalam beberapa tahap (Hillier dan Hanson: 1984, Teklenburgh *et al.*:1993), antara lain:

1. Menghitung *total depth* (TD)

TD dihitung dengan cara menjumlahkan *step depth* dari seluruh ruang menuju ke ruang pengamatan.

2. Menghitung *mean depth* (MD)

$$MD = \frac{TD}{L - 1}$$

MD = *mean depth*

TD = *total depth*

L = jumlah ruang dalam sistem

3. Menghitung RA

RA (*Relative Asymmetry*) berguna untuk membandingkan kedalaman *axial map* dari ruang tertentu terhadap kedalaman dan kedangkalan ruang yang secara teoretis dapat terjadi (Teklenburg *et al.*: 1993)

$$RA = \frac{2(MD - 1)}{L - 2}$$

RA = *relative asymmetry*

MD = *mean depth*

L = jumlah ruang dalam sistem

RA menghasilkan nilai 0 – 1 dimana semakin kecil nilai ini mengindikasikan *integrity* yang semakin tinggi pula. Meskipun begitu, nilai ini hanya berlaku pada satu sistem ruang yang dianalisis. Apabila ingin mendapatkan nilai *integrity* yang dapat diperbandingkan dengan konfigurasi ruang lainnya, nilai RA harus distandarisasi menjadi nilai RRA (*Real Relative Asymmetry*)

4. menghitung RRA

$$RRA = \frac{RA}{G_L}$$

RRA = *real relative asymmetry*

RA = *relative asymmetry*

GL = RA terstandar

$$G_L = 2 \frac{L(L)^{1/2} - 2L + 1}{(L - 1)(L - 2)}$$

GL = RA terstandar

L = jumlah ruang dalam sistem

Nilai RRA sudah menggambarkan nilai *integrity* yang secara operasional dapat diperbandingkan dengan konfigurasi ruang lainnya. Nilai yang rendah berarti ruang tersebut memiliki nilai *integrity* yang tinggi pada konfigurasi ruang tersebut.

4.3 ILUSTRASI

Ilustrasi 1.



Gambar 8. Konfigurasi ruang ilustrasi 1

A. Tahap 1: *total depth* (TD)

- Ruang a: TD = 3
Jarak b-a = 1 *step depth*
Jarak c-a = 2 *step depth*
- Ruang b: TD = 2
Jarak a-b = 1 *step depth*
Jarak c-b = 1 *step depth*
- Ruang c: TD = 3
Jarak b-c = 1 *step depth*
Jarak a-c = 2 *step depth*

B. Tahap 2: *mean depth* (MD)

$$L = 3$$

- Ruang a: MD = 1,50
 $MD = 3 / (3-1) = 3/2 = 1,50$
- Ruang b: MD = 1
 $MD = 2 / (3-1) = 2/2 = 1$
- Ruang c: MD = 1,50
 $MD = 3 / (3-1) = 3/2 = 1,50$

C. Tahap 3: RA

- Ruang a: RA = 1
 $2(MD-1) / (L-2)$
 $2(1,5-1) / (3-2) = 1$
- Ruang b: RA = 0
 $2(MD-1) / (L-2)$
 $2(1-1) / (3-2) = 1$
- Ruang c: RA = 1
 $2(MD-1) / (L-2)$
 $2(1,5-1) / (3-2) = 1$

D. Tahap 4: RRA

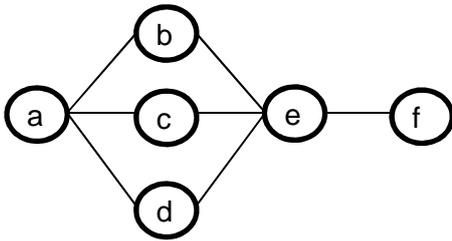
Tabel hitung G_L

L	vL	2L	$Lv(L) - 2L + 1$	L-1	L-2	$(L-1)(L-2)$	GL
3,000	1,732	6,000	0,196	2,000	1,000	2,000	0,196

- Ruang a: $RRA = 5,098$
 $RA / G_L = 1 / 0,196 = 5,098$
- Ruang b: $RRA = 0$
 $RA / G_L = 0 / 0,196 = 0$
- Ruang c: $RRA = 5,098$
 $RA / G_L = 1 / 0,196 = 5,098$

Berdasarkan perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa ruang b memiliki *integrity* tertinggi dimana secara spasial dapat dengan mudah dijangkau ruang-ruang lainnya dan dalam konfigurasi ruang cenderung berada di “tengah” sistem. Berbeda dengan ruang a dan c yang cenderung terletak di “pinggir” sistem sehingga memiliki nilai *integrity* yang rendah.

Ilustrasi 2.



Gambar 9. Konfigurasi ruang ilustrasi 2

A. Tahap 1: *total depth* (TD)

- Ruang a: TD = 18
 Jarak f-a melewati b = 3 *step depth*
 Jarak f-a melewati c = 3 *step depth*
 Jarak f-a melewati d = 3 *step depth*
 Jarak e-a melewati b = 2 *step depth*
 Jarak e-a melewati c = 2 *step depth*
 Jarak e-a melewati d = 2 *step depth*
 Jarak b-a = 1 *step depth*
 Jarak c-a = 1 *step depth*
 Jarak d-a = 1 *step depth*
- Ruang b: TD = 12
 Jarak a – b = 1 *step depth*
 Jarak e – b = 1 *step depth*
 Jarak f – b = 2 *step depth*
 Jarak c-b melewati a = 2 *step depth*
 Jarak c-b melewati e = 2 *step depth*
 Jarak d-b melewati a = 2 *step depth*
 Jarak d-b melewati e = 2 *step depth*
- Ruang c: TD = 12
- Ruang d: TD = 12
- Ruang e: TD = 10
 Jarak a-e melewati b = 2 *step depth*
 Jarak a-e melewati c = 2 *step depth*
 Jarak a-e melewati d = 2 *step depth*
 Jarak b-e = 1 *step depth*
 Jarak c-e = 1 *step depth*
 Jarak d-e = 1 *step depth*
 Jarak f-e = 1 *step depth*
- Ruang f: TD = 16
 Jarak a-f melewati b = 3 *step depth*
 Jarak a-f melewati c = 3 *step depth*
 Jarak a-f melewati d = 3 *step depth*
 Jarak b-f = 2 *step depth*
 Jarak c-f = 2 *step depth*
 Jarak d-f = 2 *step depth*
 Jarak e-f = 1 *step depth*

Kesimpulan perhitungan TD :

Ruang	TD
a	18
b	12
c	12
d	12
e	10
f	16

B. Tahap 2: *mean depth* (MD)

$L = 6$

- Ruang a: MD = 3,60
 $MD = 18 / (6-1) = 3,60$
- Ruang b: MD = 2,40
 $MD = 12 / (6-1) = 2,40$
- Ruang c: MD = 2,40
 $MD = 12 / (6-1) = 2,40$
- Ruang d: MD = 2,40
 $MD = 12 / (6-1) = 2,40$
- Ruang e: MD = 2
 $MD = 10 / (6-1) = 2$
- Ruang f: MD = 3,20
 $MD = 16 / (6-1) = 3,20$

Kesimpulan perhitungan MD :

Ruang	MD
a	3,60
b	2,40
c	2,40
d	2,40
e	2,00
f	3,20

C. Tahap 3: RA

- Ruang a: RA = 1,30
 $2(MD-1) / (L-2)$
 $2(3,60-1) / (6-2) = 1,30$
- Ruang b: RA = 0,70
 $2(2,40-1) / (6-2) = 0,70$
- Ruang c: RA = 0,70
 $2(2,40-1) / (6-2) = 0,70$
- Ruang d: RA = 0,70
 $2(2,40-1) / (6-2) = 0,70$
- Ruang e: RA = 0,50
 $2(2,00-1) / (6-2) = 0,50$
- Ruang f: RA = 1,10
 $2(3,20-1) / (6-2) = 1,10$

Kesimpulan perhitungan RA :

Ruang	RA
a	1,30
b	0,70
c	0,70
d	0,70
e	0,50
f	1,10

D. Tahap 4: RRA

Tabel hitung G_L

L	vL	2L	Lv(L) - 2L +1	L-1	L-2	(L-1)(L-2)	GL
6,00	2,449	12,00	3,697	5	4	20	0,370

- Ruang a: RRA = 3,516
 $RA / G_L = 1,30 / 0,370 = 3,516$
- Ruang b: RRA = 1,893
 $RA / G_L = 0,70 / 0,370 = 1,893$
- Ruang c: RRA = 1,893
 $RA / G_L = 0,70 / 0,370 = 1,893$
- Ruang d: RRA = 1,893
 $RA / G_L = 0,70 / 0,370 = 1,893$
- Ruang e: RRA = 1,353
 $RA / G_L = 0,50 / 0,370 = 1,353$
- Ruang f: RRA = 2,975
 $RA / G_L = 1,10 / 0,370 = 2,975$

Kesimpulan perhitungan RRA :

Ruang	RRA
a	3,516
b	1,893
c	1,893
d	1,893
e	1,353
f	2,975

Berdasarkan hasil analisis, ruang e memiliki nilai *integrity* yang lebih tinggi dan a memiliki nilai *integrity* terendah. Dapat disimpulkan bahwa ruang e memiliki kesatuan yang paling erat terhadap konfigurasi ruang secara keseluruhan (global) dibandingkan ruang-ruang lainnya. Dengan menginterpretasikan hasil perhitungan ini berdasarkan konsep *topological distance*, ruang e adalah ruang yang paling mudah untuk dijangkau dari seluruh ruang lainnya dalam konfigurasi ruang tersebut karena memiliki ruang antara yang lebih sedikit. Apabila dikaitkan dengan teori *natural movement* (Hillier *et al*, 1993), ruang e adalah ruang yang dapat dihipotesiskan sebagai ruang yang paling banyak ditemukan aktivitas pergerakan pejalan kaki.

Apabila dikaitkan dengan hasil perhitungan RA, sebaran nilai RRA memiliki pola sebaran yang sama. Perbedaannya adalah hasil perhitungan RA hanya dapat dipergunakan secara sempit untuk membahas konfigurasi ruang tertentu, sedangkan hasil perhitungan RRA dapat dipergunakan untuk membandingkan konfigurasi dari sistem-sistem ruang yang berbeda.

Bagian 5 INTELLIGIBILITY

5.1 KONSEP

Intelligibility adalah tahap pengukuran tertinggi dalam *space syntax*. Nilai *intelligibility* menunjukkan tingkat korelasi antara pengukuran skala lokal (*connectivity*) dengan pengukuran skala global (*integrity*). Dengan demikian, *intelligibility* sepenuhnya adalah pengukuran atas struktur dari suatu konfigurasi ruang. Berbeda dengan dimensi lainnya, hasil pengukuran *intelligibility* akan menjadi properti pada sistem, sementara hasil pengukuran *connectivity* dan *integrity* akan menjadi property pada masing-masing ruang.

Intelligibility merupakan hipotesis atas kemudahan observer (pengguna ruang) dalam memahami struktur ruang dalam suatu konfigurasi ruang. Nilai *intelligibility* yang tinggi menunjukkan bahwa konektivitas pada skala lokal mencerminkan kemudahan dalam pencapaian ke ruang-ruang lainnya (Hillier *et al*: 1987), sebaliknya nilai yang rendah mencerminkan bahwa struktur ruang (global) tidak dapat dipahami dari keberadaan ruang secara parsial (lokal) sehingga observer cenderung akan mudah tersesat.

5.2 METODE PERHITUNGAN

Intelligibility diukur dengan mempergunakan analisis korelasi dalam dua cara (Hillier *et al*: 1987 dan Hillier: 2007), antara lain :

1. Koefisien korelasi produk momen Pearson (r). Analisis ini menghasilkan nilai korelasi dalam rentang mulai dari -1 (terendah) sampai 1 (tertinggi) dimana nilai 0 menunjukkan tidak ada korelasi. Tanda positif (+) dan tanda negatif (-) menunjukkan arah korelasi.

$$r_{xy} = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 y^2}}$$

r_{xy} = korelasi antara x dan y

$$x = (x_i - \bar{x})$$

$$y = (y_i - \bar{y})$$

2. Regresi sederhana. Analisis ini merupakan bagian dari aplikasi Depthmap yang dikembangkan oleh laboratorium *space syntax* UCL. Nilai korelasi dapat ditentukan dari R^2 yang menunjukkan tingkat keandalan model regresi yang dihasilkan.

5.3 ILUSTRASI

Ilustrasi 1

Pada ilustrasi perhitungan *intelligibility* ini, mempergunakan data yang diperoleh dari ilustrasi 2 analisis *connectivity* dan *integrity*.

Ruang	CONNECTIVITY	RRA
a	3	3,516
b	2	1,893
c	2	1,893
d	2	1,893
e	4	1,353
f	1	2,975

Ruang	CONN	RRA	(X-X)	(Y-Y)	x2	y2	xy
			x	y			
a	3	3,516	0,667	1,262	0,444444	1,593065	0,841444
b	2	1,893	-0,333	-0,361	0,111111	0,130201	0,120278
c	2	1,893	-0,333	-0,361	0,111111	0,130201	0,120278
d	2	1,893	-0,333	-0,361	0,111111	0,130201	0,120278
e	4	1,353	1,667	-0,901	2,777778	0,811501	-1,50139
f	1	2,975	-1,333	0,721	1,777778	0,520081	-0,96156
Jumlah	14,000	13,523	-	0,000	5,333	3,315	-1,261
Rata-rata	2,333	2,254			x2y2 =	17,68133	

$$r_{xy} = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 y^2}}$$

$$r_{xy} = \frac{-1,226}{\sqrt{17,68133}}$$

$$r_{xy} = -0,3$$

Pada tabel *r product moment*, n = 6 dan tingkat kepercayaan 95%, maka r tabel = 0,811.

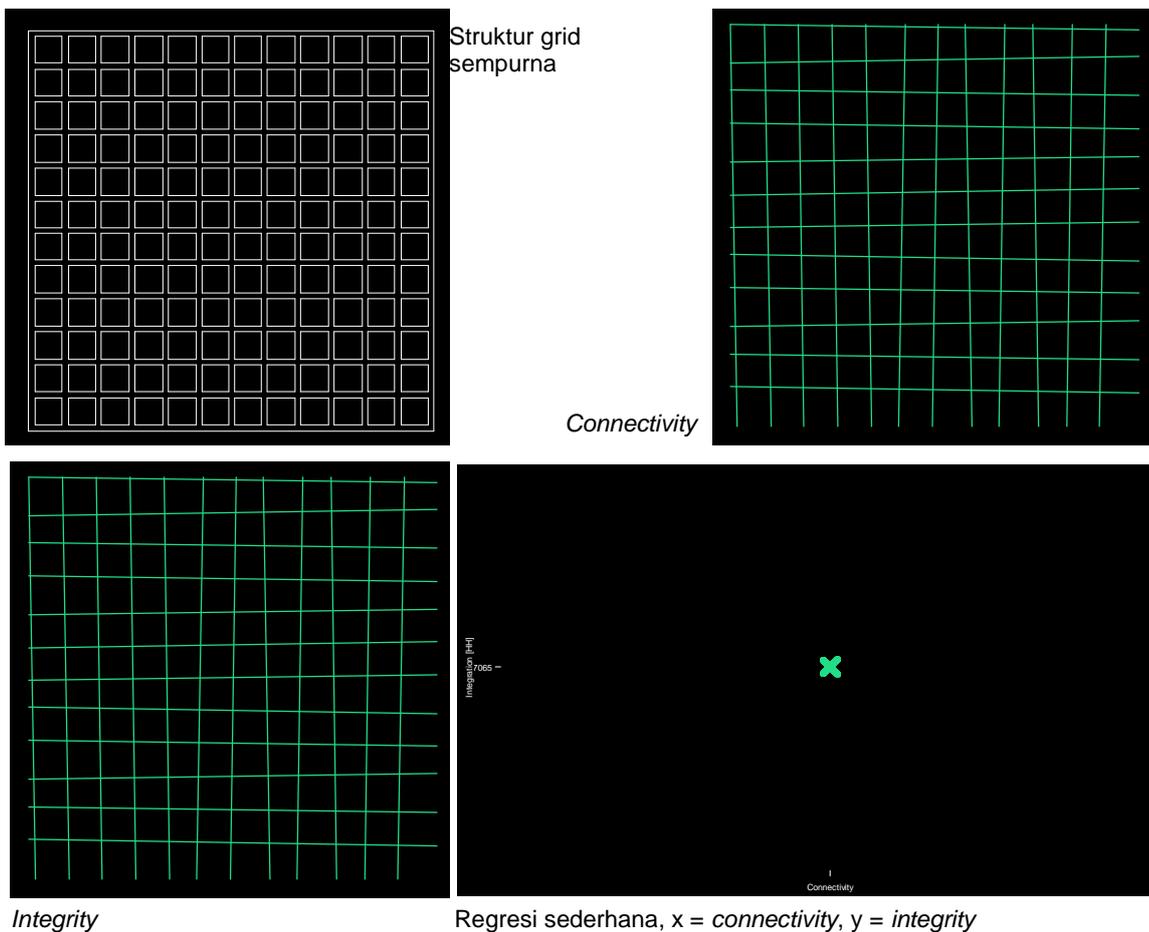
r hitung < r tabel, maka tidak ada korelasi yang signifikan antara CONNECTIVITY dan RRA

Berdasarkan hasil perhitungan *intelligibility* pada ilustrasi 1 ditemukan bahwa tidak ada korelasi antara Conectivity dengan RRA (*integrity*). Dengan demikian, hipotesis dapat ditingkatkan menjadi: konfigurasi ruang tidak mendukung pemahaman dimana konektifitas pada skala lokal, pengguna ruang kemungkinan dapat dengan sendirinya memahami pola ruang dalam skala global (sistem) atau dengan kata lain, pengguna ruang tidak dapat dengan mudah memahami pola hubungan ruang yang tidak secara langsung dia lihat. Hal ini berimplikasi pengguna ruang dapat mudah tersesat bila masuk ke dalam konfigurasi ruang.

Ilustrasi 2

Ilustrasi 2 memperlihatkan beberapa contoh analisis *space syntax* dengan menggunakan perangkat lunak *Depthmap v.10*¹ dimana perhitungan *intelligibility* menggunakan regresi sederhana.

Contoh 1

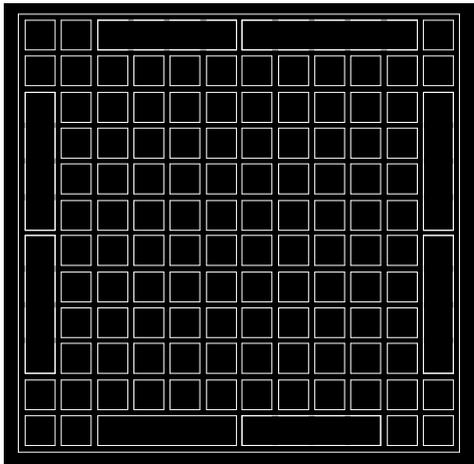


Gambar 10. Analisis *space syntax* pada konfigurasi grid sempurna

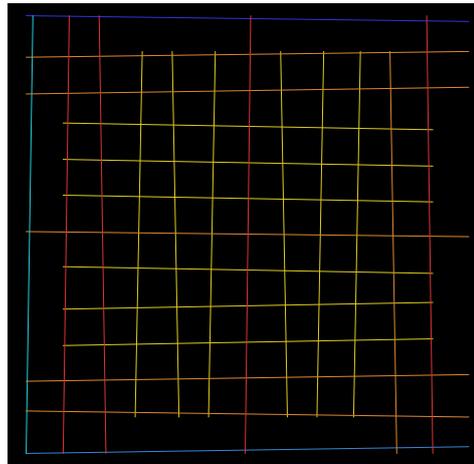
Pada konfigurasi grid sempurna sebaran nilai *connectivity* sama dengan *integrity* sehingga menghasilkan *intelligibility* yang sangat buruk. Dengan demikian, dapat dikaluarakan dugaan (hipotesa) berupa tingginya peluang pengguna ruang untuk tersesat saat masuk ke dalam sistem ruang tersebut.

¹ Depthmap v.10 adalah perangkat lunak *open source* yang dikembangkan oleh laboratorium *space syntax* University College London. Informasi lebih lanjut dapat akses di link <http://www.spacesyntax.net/software/>

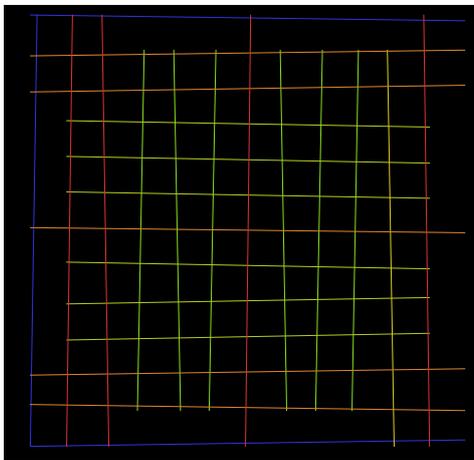
Contoh 2



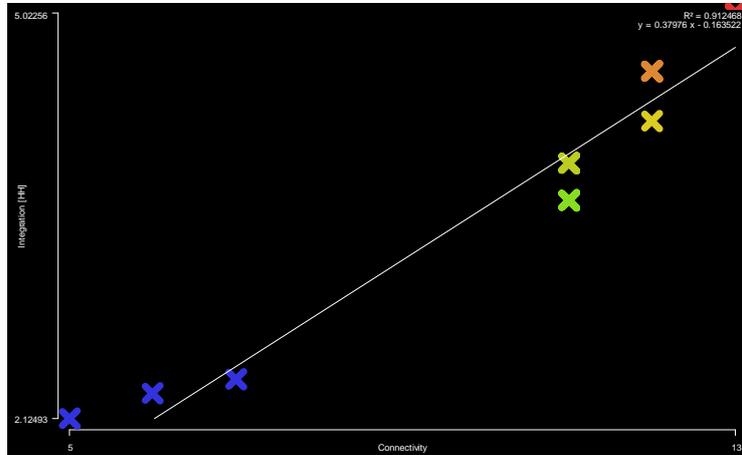
Struktur grid modifikasi



Connectivity



Integrity

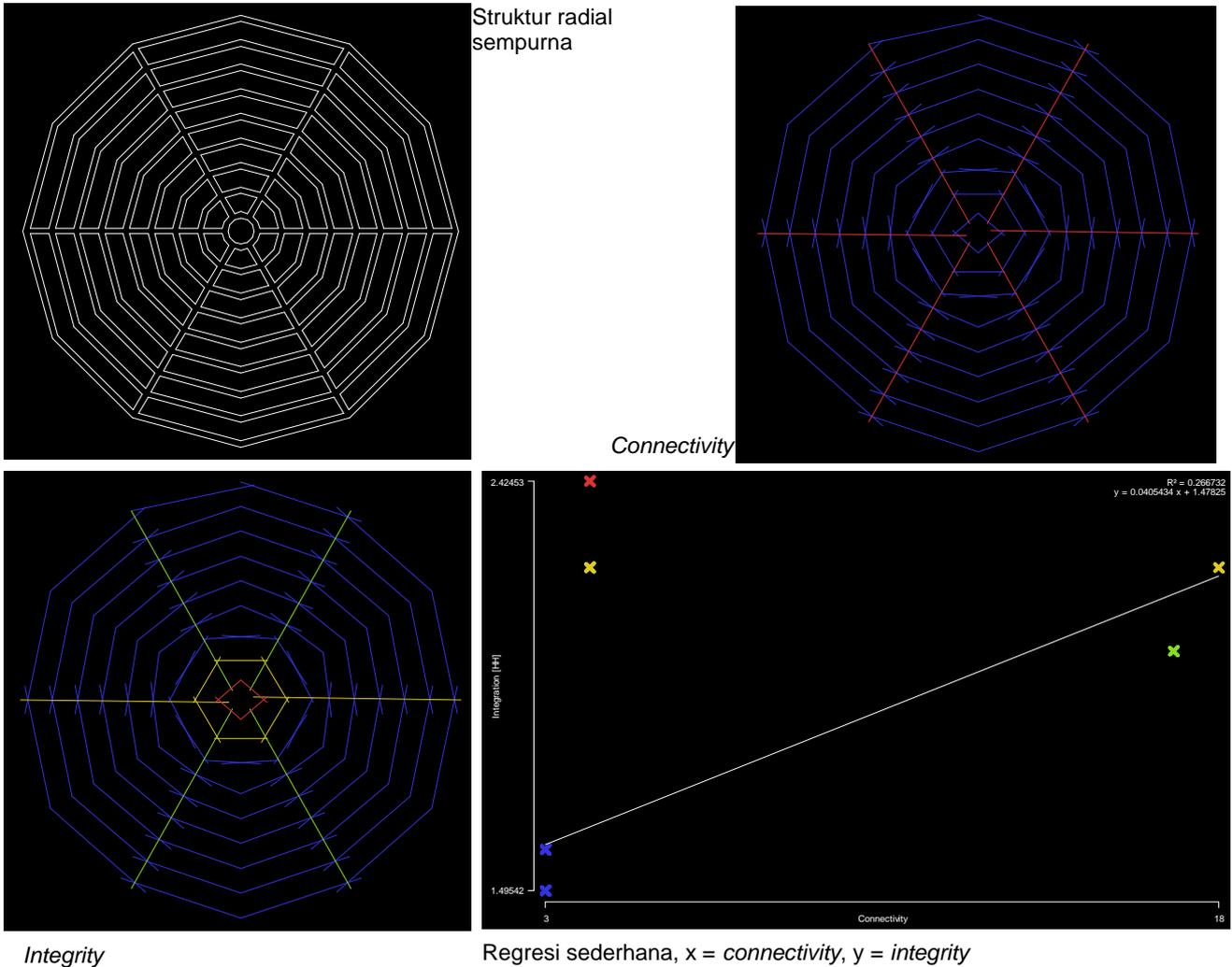


Regresi sederhana, $x = \text{connectivity}$, $y = \text{integrity}$

Gambar 11. Analisis space syntax pada konfigurasi grid modifikasi

Setelah dilakukan modifikasi pada struktur grid dengan menambahkan beberapa grid yang lebih besar untuk memecahkan kemonotonan konfigurasi ruang, terjadi perbaikan sebaran nilai *connectivity* dan *integrity*. Terdapat beberapa *axial line* dengan nilai *connectivity* yang sangat tinggi di tengah sistem dan nilai yang lebih rendah di tengah dan pinggir. Sebaran nilai *integrity* juga mengikuti pola yang sama. Dikaitkan dengan teori *natural movement* (Hillier *et al.* 1993), sebaran nilai *integrity* ini dapat menghasilkan hipotesis mengenai kecenderungan timbulan pejalan kaki atau aktivitas outdoor pada ruang dengan memiliki nilai *integrity* yang tinggi. Dari sebaran nilai ini, nilai R^2 regresi menjadi sangat tinggi (0,912) yang mengindikasikan adanya korelasi yang sangat kuat. Dengan *connectivity* sebagai variabel x dan *integrity* sebagai variabel y, kemudian dapat diinterpretasikan bahwa pemahaman (persepsi) akan konektivitas ruang (x) oleh pengguna ruang akan mencerminkan pemahaman (persepsi) akan kesatuan sistem (y). Dengan demikian dapat dihipotesiskan bahwa konfigurasi memberi kejelasan akan struktur ruang terhadap pengguna ruang.

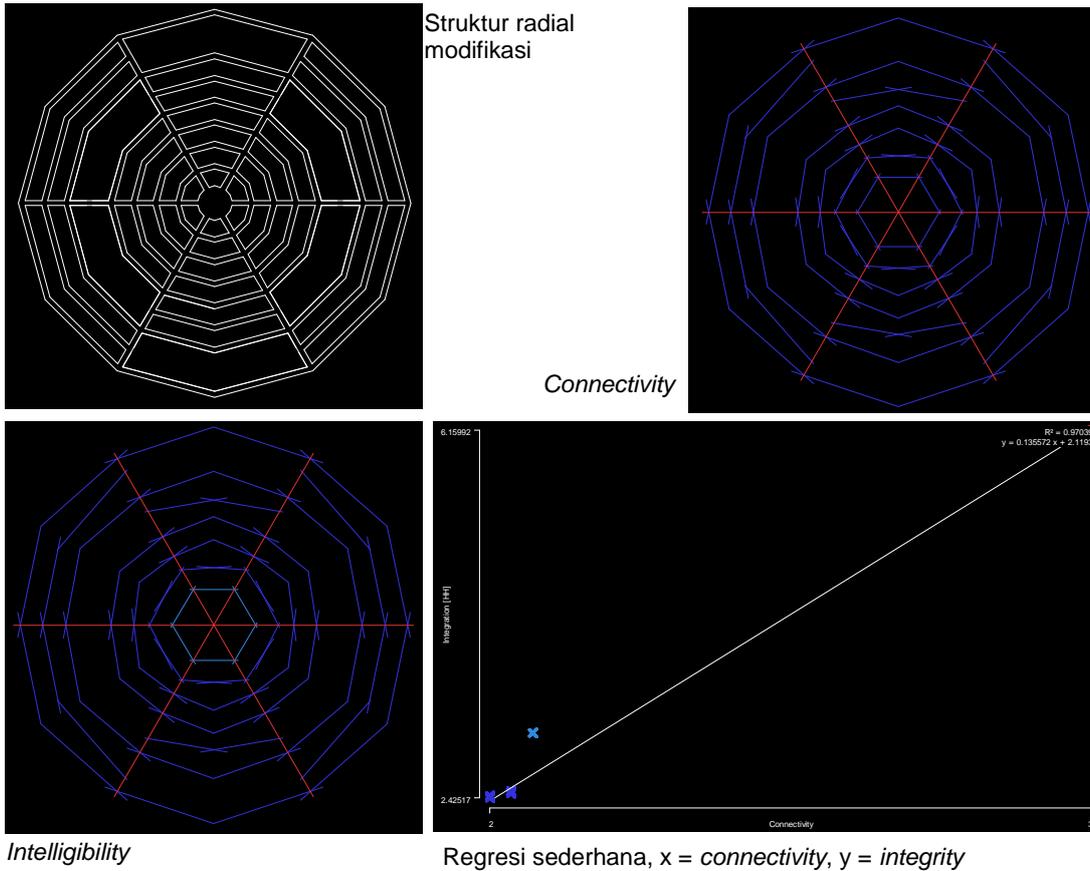
Contoh 3



Gambar 12. Analisis *space syntax* pada konfigurasi radial sempurna

Pada konfigurasi ruang radial sempurna, sebaran nilai *connectivity* dan *integrity* menghasilkan *intelligibility* yang rendah ($R^2 = 0,267$). Dapat diamati pada *axial map connectivity* nilai tertinggi berada pada jari-jari (berperan sebagai ruang pengumpul utama), sedangkan pada *axial map integrity* nilai tertinggi justru berada di tengah konfigurasi; yang artinya kawasan pusat memiliki kedekatan yang sangat baik ke ruang-ruang lainnya tetapi kawasan pusat ini tidak mampu berperan sebagai ruang pengumpul. Dengan demikian, dapat diduga bahwa ruang cenderung akan terpecah menjadi beberapa bagian sesuai lokasi ruang pengumpul utama.

Contoh 4



Gambar 13. Analisis space syntax pada konfigurasi radial modifikasi

Pada konfigurasi ruang radial dengan modifikasi di atas, *intelligibility* diperbaiki dengan mengubah kawasan pusat sistem menjadi ruang terbuka sehingga mampu menghubungkan jari-jari ruang. Dengan demikian, nilai *intelligibility* menjadi tinggi ($R^2 = 0,970$). Dari analisis ini, dapat diduga (hipotesis) bahwa keberadaan ruas jari-jari berperan penting dalam menyatukan struktur ruang, dimana ruang jari-jari ini tidak hanya berperan sebagai ruang pengumpul utama dengan *connectivity* yang tinggi, tetapi juga ruang yang dapat lebih mudah dijangkau dari seluruh ruang lainnya (*integrity* yang tinggi).

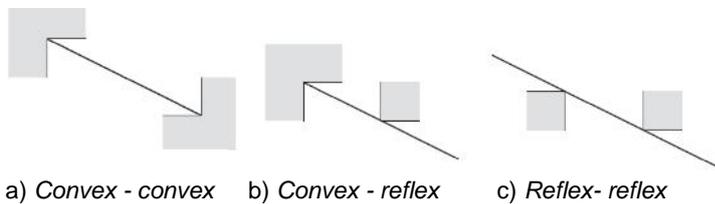
**Bagian 6
AXIAL LINE**

6.1 KONSEP

Dalam *space syntax*, ruang perkotaan direpresentasikan dalam dua komponen, yaitu *axial line* dan *convex space* (Turner *et al*: 2005). *Axial line* adalah garis geometri terpanjang atau garis visual terpanjang yang dapat digambarkan melewati sebuah titik dalam suatu konfigurasi ruang, sementara *convex space* adalah geometri berupa poligon cembung yang berada disekitar titik tersebut. Dari dua pengertian ini, dapat ditarik kesimpulan dimana garis-garis dalam sebuah *axial map* harus melewati semua *convex space*. *Axial map* sendiri terbentuk dari satu set *axial line* dengan jumlah minimal (*reduced axial map*).

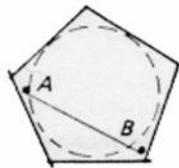
Secara teknis, *axial line* memiliki ciri (Penn *et al* dalam Turner *et al*: 2005) menghubungkan dua *vertex* dalam suatu konfigurasi dengan salah satu dari beberapa kondisi di bawah ini

- a) *Convex – convex*
- b) *Convex – reflex*
- c) *Reflex-reflex*



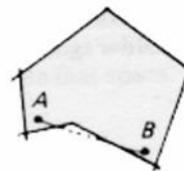
Gambar 14. Ciri axial line

Sumber : Turner *et al* (2005)



a) *Convex space*:

Poligon terluar adalah *convex space* karena apabila di dalam poligon ditempatkan 2 titik dimanapun juga, garis yang menghubungkan titik-titik tersebut tidak akan keluar dari poligon.



b) Bukan *convex space*:

Poligon terluar bukan *convex space* karena apabila di dalam poligon ditempatkan 2 titik dimanapun juga, garis yang menghubungkan titik-titik tersebut akan keluar dari poligon. Agar membentuk *convex space*, poligon ini sebaiknya dibagi menjadi 2 sub poligon.

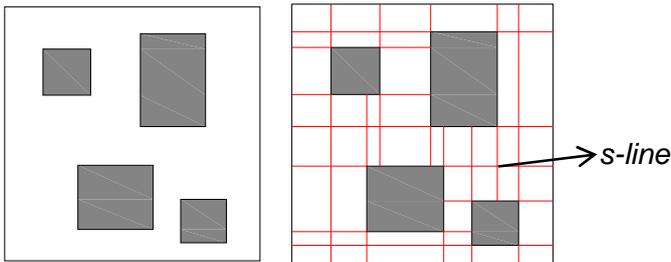
Gambar 15. Konsep convex space

Sumber : Hillier dan Hanson (1984)

6.2 ALGORITMA

Axial line dapat digambar dengan mempergunakan beberapa algoritma. Dalam makalah ini, hanya membahas proses pembuatan *axial line* dengan mempergunakan algoritma *greedy*, dengan urutan sebagai berikut:

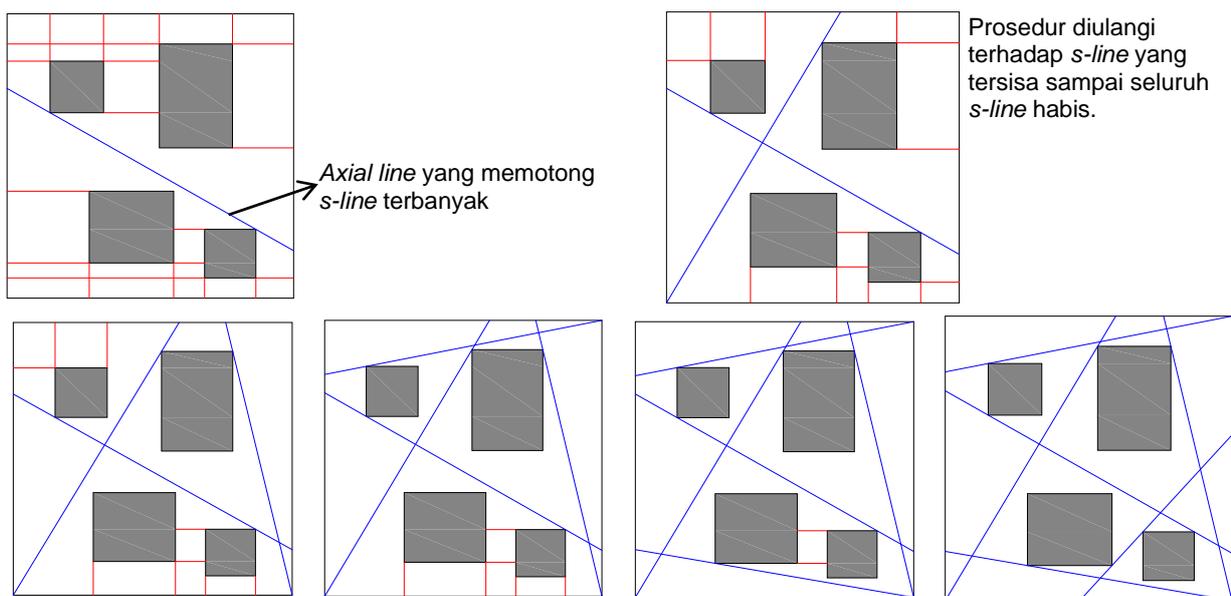
1. Membentuk *convex space* dengan cara memperpanjang garis batas objek poligon sampai menyentuh objek lainnya. Garis perpanjangan ini disebut *s-line*.



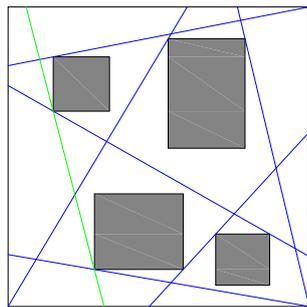
Gambar 16. Layout dan s-line

2. Selanjutnya, *axial line* digambar mempergunakan *greedy algorithm* dengan prosedur sebagai berikut:

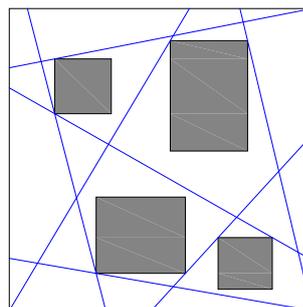
- a) Tarik sebuah garis *axial line* yang memotong atau menyentuh *s-line* secara maksimum. Setelah itu, hapus *s-line* yang berpotongan tersebut.
- b) Ulangi prosedur di atas sampai semua *s-line* habis.
- c) *Axial map* terbentuk dengan jumlah garis minimal (*reduced axial map*). Dalam beberapa kasus, perlu dilakukan penambahan satu buah *axial line* untuk menutup konfigurasi dalam *axial map*.



Gambar 17. Proses pembuatan axial line mempergunakan greedy algorithm



Dalam beberapa kasus, perlu dilakukan penambahan satu *axial line* untuk menutup konfigurasi dalam *axial map*



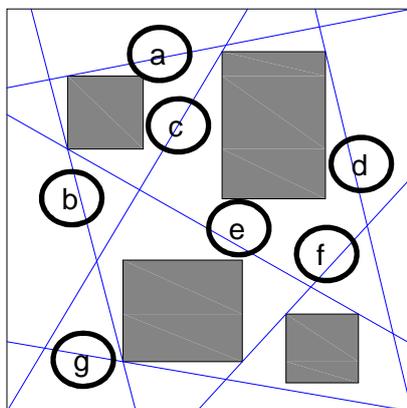
Proses pembuatan *axial map* sudah selesai. Siap untuk dijadikan dasar pembuatan *j-graph*

Gambar 18. Tahap penyelesaian *axial map*

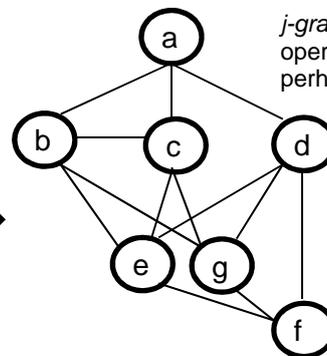
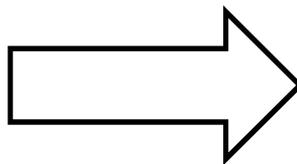
Untuk mempermudah proses perhitungan *step depth* dalam analisis *space syntax*, *axial map* yang telah terbentuk perlu diubah menjadi *j-graph*.

6.3 J-GRAPH

Justified graph (j-graph) adalah alat yang membantu memberi visualisasi konfigurasi ruang. Ruang direpresentasikan dengan bentuk lingkaran dan hubungan ruang (*link*) dinotasikan sebagai garis yang menghubungkan lingkaran (Hiller, 2007:22). *J-graph* membantu dalam menyederhanakan *axial line* menjadi notasi yang mudah untuk dianalisis, terutama dalam perhitungan kedalaman (*depth*).



Kerumitan *axial map* perlu dikurangi dengan transformasi notasi ruang menjadi *j-graph*



j-graph dianggap lebih operasional untuk perhitungan *depth*

Gambar 19. Transformasi *axial map* menjadi *j-graph*

Untuk selanjutnya, perhitungan *step depth* dapat dengan mudah dilakukan secara manual setelah *j-graph* terbentuk.

Bagian 7 PENUTUP

Konfigurasi ruang telah menjadi bidang penelitian yang unik karena secara teoritis dan empiris memiliki keterkaitan dengan komponen-komponen ruang lainnya. Beberapa pendekatan telah dilakukan untuk menjelaskan fenomena perkotaan dikaitkan pengaruh antara konfigurasi ruang dengan perilaku, guna lahan, pergerakan dan lain-lain.

Space syntax berkembang tidak hanya sebagai teori, tetapi juga sebagai metode untuk mengungkapkan nilai-nilai intrinsik dalam konfigurasi ruang. Perkembangan metode ini membawa *space syntax* menjadi salah satu pendekatan yang valid dalam penelitian kontemporer tata ruang dengan menggabungkan aspek grafis dan statistik. *Connectivity*, *integrity* dan *intelligibility* yang merupakan dimensi dasar dalam *space syntax* dapat dipandang sebagai alat yang cukup efisien dan efektif dalam menjelaskan pola-pola hubungan dalam konfigurasi ruang. Ketiga dimensi ini membutuhkan pemahaman yang baik mengenai konsep jarak topologis (*topological distance*) dan beberapa parameter dalam mengukur hubungan ruang seperti *depth*, *step depth* dan *mean depth*. Interpretasi statistik yang baik juga diperlukan dalam memahami *output* analisis agar dapat memberi jawaban yang tepat sesuai tujuan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Carmona, Heath, Oc, Tiesdell. 2003. *Public places, urban spaces*. Architectural Press.
- Choi and Sayyar. 2012. *Urban diversity and pedestrian behaviour – refining the concept of land-use mix for walkability*. Proceedings: eighth space syntax symposium.
- Hillier dan Hanson. 1984. *The social logic of space*. Cambridge University Press.
- Hillier, Burdett, Peponis, Penn. 1987. *Creating live: or does architecture determine anything?* Arch. & Comport / Arch. Behav., Vol.3, n.3, p.233-250.
- Hillier, Penn, Hanson, Grajewski, Xu. 1993. *Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement*. Environment and Planning B: Planning and Design, 1993, volume 20, pages 29-66.
- Hillier. 2007. *Space is the machine*. Space Syntax.
- Marcus and Legeby. 2012. *The need for co-presence in urban complexity, measuring social capital using space syntax*. Proceeding of eight international space syntax symposium.
- Moudon, Anne. 1997. *Urban morphology as an emerging interdisciplinaty field*. Urban Morphology (1997) 1, 3-10.
- Nes, Pont and Mashhoodi. 2012. *Combination of space syntax with space matrix and the mixed use index*. Eighth International Space Syntax Symposium.
- Reis and Rosa. 2012. *Configuration, land use, perception and security*. Proceeding of eight international space syntax symposium.
- Teklenburg, Timmermans, Wagenberg. 1993. *Space syntax: standardized integration measures and some simulations*. Environment and Planning B: Planning and Design, 1993, volume 20, pages 347-357.
- Turner, Penn, Hillier. 2005. *An algorithmic definition of axial map*. Environment and Planning B: Planning and Design, 2005, volume 32, pages 425-444.