

The Analysis of Open Space Configuration as an Evacuation Assembly Point, Case Study: Universitas Bandar Lampung

Kustiani^{1*}, Rendy Perdana Khidmat²

¹Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Bandar Lampung

Jalan Z.A. Pagar Alam No. 26 Labuhanratu No. 26, Bandarlampung, Lampung, Indonesia, 35142

²Program Studi Arsitektur, Jurusan Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Institut Teknologi Sumatera

Jalan Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung, Indonesia, 35365

*Penulis Korespondensi: kustiani.tia@ubl.ac.id

Abstract: Apart from functioning as a place for social interaction, open space holds an important role as an evacuation point when a disaster takes place. The concept of open space as an emergency evacuation spot is crucial to adopted, one of which is in the educational complex, particularly related to the safety of the users such as students, lecturers, staff, etc., and to ensure the social activities among them. This study aims to analyze open space configuration patterns and identify the potential of the open space in the educational area or campus complex, taking an example, Universitas Bandar Lampung, Lampung (UBL). The research uses a quantitative method that started data collection from field observation to gather the information about emergency assembly point location settings and conduct space syntax analysis utilizing software called DepthmapX. Furthermore, several analyses, such as Visibility Graph Analysis (VGA), Isovist analysis, and agent tools analysis, have been conducted on the collected data to obtain an image of the UBL open space potential. The result shows that the open space of a car parking area (P3) is the most optimal spot to be the emergency assembly point with the highest values of connectivity, integration, and (876.96, 1.08, and 0.23386).

Keywords: spatial configuration; space syntax; evacuation assembly point

Analisis Konfigurasi pada Ruang Terbuka Sebagai Titik Evakuasi Studi kasus: Kawasan Bangunan Universitas Bandar Lampung

Abstrak: Ruang terbuka selain berfungsi sebagai ruang sosial dan interaksi memiliki kegunaan lain yaitu sebagai ruang evakuasi darurat ketika terjadi bencana. Konsep konfigurasi ruang terbuka sebagai titik evakuasi penting untuk diaplikasikan salah satunya pada kawasan akademik, terutama berkaitan dengan keselamatan pengguna bangunan yaitu para sivitas akademik (dosen, mahasiswa, dan karyawan) serta menjamin keberlangsungan aktivitas sosialisasi pada kawasan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola konfigurasi ruang terbuka dan mengidentifikasi potensi ruang terbuka pada kawasan kampus sebagai titik kumpul evakuasi ketika terjadi bencana, mengambil contoh pada masterplan Universitas Bandar Lampung (UBL). Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yang diawali dengan pengumpulan data dari observasi lapangan untuk mengetahui setting lokasi titik evakuasi dan melakukan analisis dengan pendekatan *space syntax* menggunakan simulasi software depthmapX. Beberapa analisis seperti *Visibility Graph Analysis* (VGA), analisis *isovist*, dan grafik agent tools analysis dilakukan terhadap data luaran untuk memperoleh gambaran terkait potensi kawasan kampus UBL sebagai objek penelitian. Hasil dari penelitian ini memperlihatkan bahwa ruang terbuka pada area parkir mobil (P3) merupakan tempat yang paling optimal menjadi titik evakuasi di UBL dengan nilai connectivity, integration, dan intelligibility tertinggi (876.96, 1.08, dan 0.23386).

Kata Kunci: konfigurasi spasial; *space syntax*; titik evakuasi

1. Latar Belakang

Ruang terbuka merupakan ruang yang terletak di antara bangunan dan berfungsi sebagai penghubung ke lingkungan sekitarnya. Ruang ini berkontribusi dengan mengintegrasikan elemen-elemen yang berbeda, serta menggabungkan suatu bentuk cita rasa estetis sehingga tercipta nuansa visual yang menarik untuk bangunan sekitarnya (Lau et al., 2014). Secara umum, ruang terbuka pada kampus berfungsi sebagai ruang sosial, yaitu area berkumpul, bersantai, berinteraksi serta dapat meningkatkan hubungan sosial dan respon adaptif terhadap lingkungan sekitarnya (Koren & Rus, 2019). Selain itu, berdasarkan Permen Agraria dan Tata wilayah no.21 Tahun 2021 disebutkan bahwa salah satu rencana pola ruang terbuka sebagai ruang evakuasi bencana. Hal ini berlaku bagi semua fasilitas publik.

Evakuasi merupakan suatu proses memindahkan orang-orang yang berada di tempat berbahaya ke tempat yang lebih aman sebagai suatu bentuk tanggapan terhadap kejadian berbahaya di sekitarnya. Pertimbangan desain dari rencana lokasi evakuasi mempertimbangkan waktu evakuasi pada saat terjadinya bencana, seperti bencana alam (gempa, banjir, longsor) atau bencana buatan manusia (serangan teroris, kecelakaan, kebakaran) (Coutinho-Rodrigues et al., 2016). Evakuasi sangat diperlukan setelah terjadinya suatu kejadian dan harus dilakukan secara singkat dan cepat (Jiang & Liu, 2010). Saat terjadi bencana, potensi ruang terbuka diaktifkan sebagai sarana darurat atau area evakuasi bagi yang terdampak (Allan et al., 2013).

Provinsi Lampung berpotensi sebagai salah satu daerah rawan bencana seperti banjir, angin puting beliung, longsor maupun tsunami, merujuk pada data Indeks Rawan Bencana Indonesia (IRBI) (Frasetya, 2021). Berdasarkan data tersebut, diperlukan suatu upaya untuk menanggulangi potensi rawan bencana di setiap lingkup kawasan maupun bangunan. Universitas Bandar Lampung sebagai salah satu kawasan institusi pendidikan tentu memiliki potensi bencana. Salah satu upaya evakuasi bencana pada suatu institusi yaitu merencanakan titik kumpul (emergency assembly point) sebagai tempat berkumpul setelah proses evakuasi (Budiwati et al., n.d.).

Salah satu analisis konfigurasi dalam perencanaan wilayah diperuntukkan untuk perencanaan evakuasi. Penggunaan metode analisis konfigurasi yang mengacu pada *space syntax* sebagai metode yang dikembangkan untuk mendeteksi pola pergerakan pada suatu kawasan (Penn & Turner, 2001). Merujuk pada konsepsi (Hiller & Lida, 2005) dikatakan bahwa *space syntax* merupakan suatu pandangan tentang pola konfigurasi antara hubungan manusia dan lingkungan binaannya. Penggunaan metode *space syntax* bertujuan untuk menemukan jawaban dari pertanyaan yang berhubungan dengan konfigurasi spasial ruang yaitu dengan cara menghitung hubungan dari konfigurasi spasial antar ruang dalam suatu lingkungan (van Nes & Yamu, 2021). Selain itu, *space syntax* memfasilitasi pengukuran secara kuantitatif meliputi atribut seperti aksesibilitas, permeabilitas, dan integrasi atau pemisahan ruang di lingkungan fisik (Charalambous & Mavridou, 2012). *Space*

syntax memberikan suatu penilaian bagaimana setiap ruang publik dapat saling berhubungan dengan lingkungan binaan di sekitarnya dan juga mengukur potensi pergerakan atau kedekatan antar ruang dalam setiap ruas jalan. Hubungan antar ruang menunjukkan beragam potensi aksesibilitas (Hiller & Lida, 2005). Penerapan metode *space syntax* dapat menjelaskan hubungan interaksi antara pembangunan kawasan dan keberlanjutan sosial yang ada di lingkungan kampus (Osmond, 2019).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pola konfigurasi ruang terbuka pada kawasan kampus sebagai titik kumpul evakuasi ketika terjadi bencana. Penelitian ini pun bertujuan untuk mengidentifikasi potensi ruang terbuka sebagai area evakuasi dalam kawasan kampus Universitas Bandar Lampung.

2. Metode

2.1. Metode Pengumpulan Data

Universitas Bandar Lampung merupakan universitas swasta yang telah berdiri sejak tahun 1984, memiliki dua kampus utama yang terletak di Jl. ZA.Pagar Alam No.29 untuk bangunan kampus sarjana, dan di Jl.ZA.Pagar Alam No. 29 untuk bangunan kampus Pascasarjana. Penelitian ini khusus mengkaji bangunan kampus sarjana. Bangunan kampus sarjana Universitas Bandar Lampung terdiri dari beberapa bangunan sebagai bangunan utamanya, yaitu Gedung Marketing, Gedung Rektorat, Gedung Fakultas Teknik, Gedung Fakultas Hukum, Gedung Laboratorium Akuntansi, Gedung Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Gedung Studio Arsitektur, Gedung Pusat Pengembangan dan Inovasi (BTC), dan dilengkapi dengan gedung penunjang seperti Gedung perpustakaan, masjid sebagai sarana ibadah, serta kantin dan area parkir mobil dan motor, juga lapangan basket.



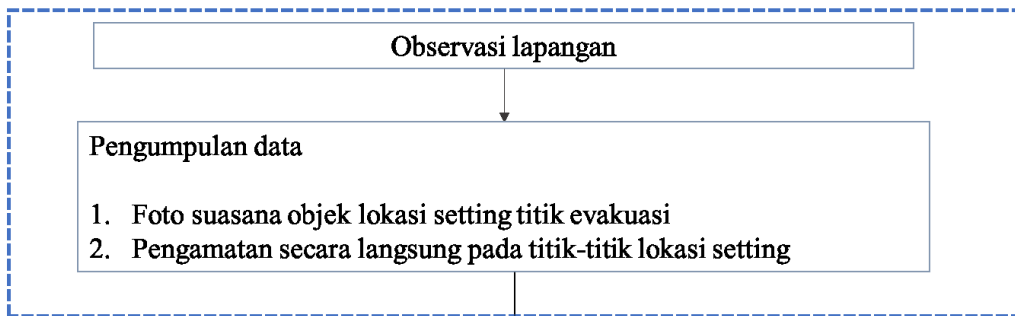
Gambar 1. Lokasi Penelitian (Kampus Universitas Bandar Lampung)
 Sumber: dokumentasi pribadi, 2021

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan observasi lapangan yaitu mengamati titik-titik lokasi sebagai setting lokasi untuk titik evakuasi seperti terlihat pada gambar 1, yaitu area masuk dan keluar dari dan menuju ke dalam kampus, ruang-ruang terbuka dalam tapak (area parkir mobil / P1, P2, P3, P4; area parkir motor / P5; area masjid, dan jalan penghubung dalam tapak).

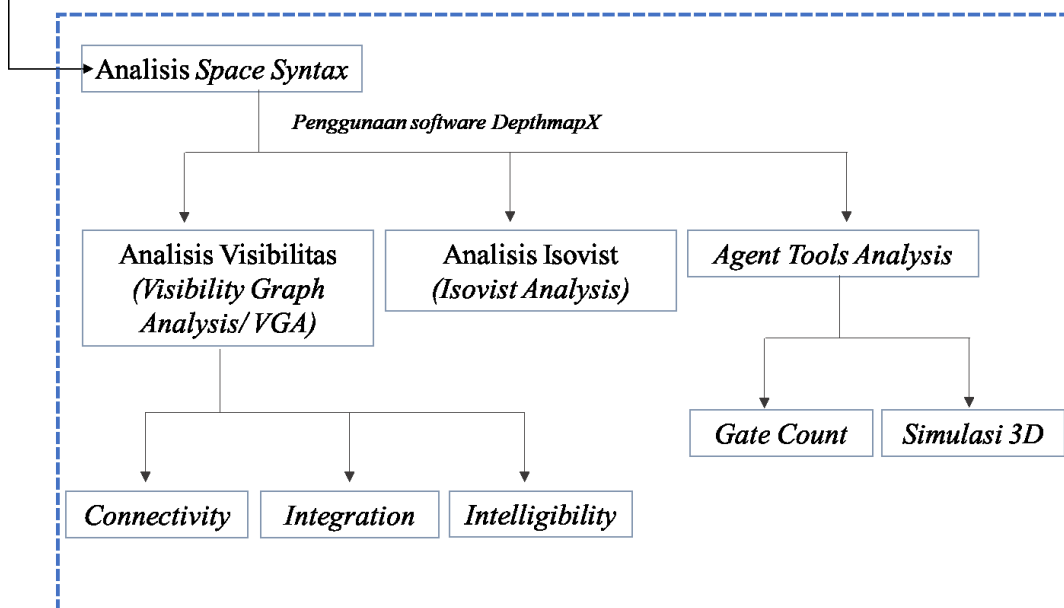
2.2. Metode Analisis Data

Teknik analisis data dari metode pendekatan *space syntax* dengan menggunakan simulasi software *depthmapX* berupa grafik analisis visibilitas (*visibility graph analysis*) sehingga didapatkan hasil analisis berupa nilai *connectivity*, *integration*, *intelligibility* serta analisis *isovist* dan pengukuran grafik *agent tools analysis* untuk mendapatkan analisis mengenai setting skenario titik evakuasi dengan dengan output data berupa nilai *gate count* dan simulasi tiga dimensi.

Metode pengumpulan data



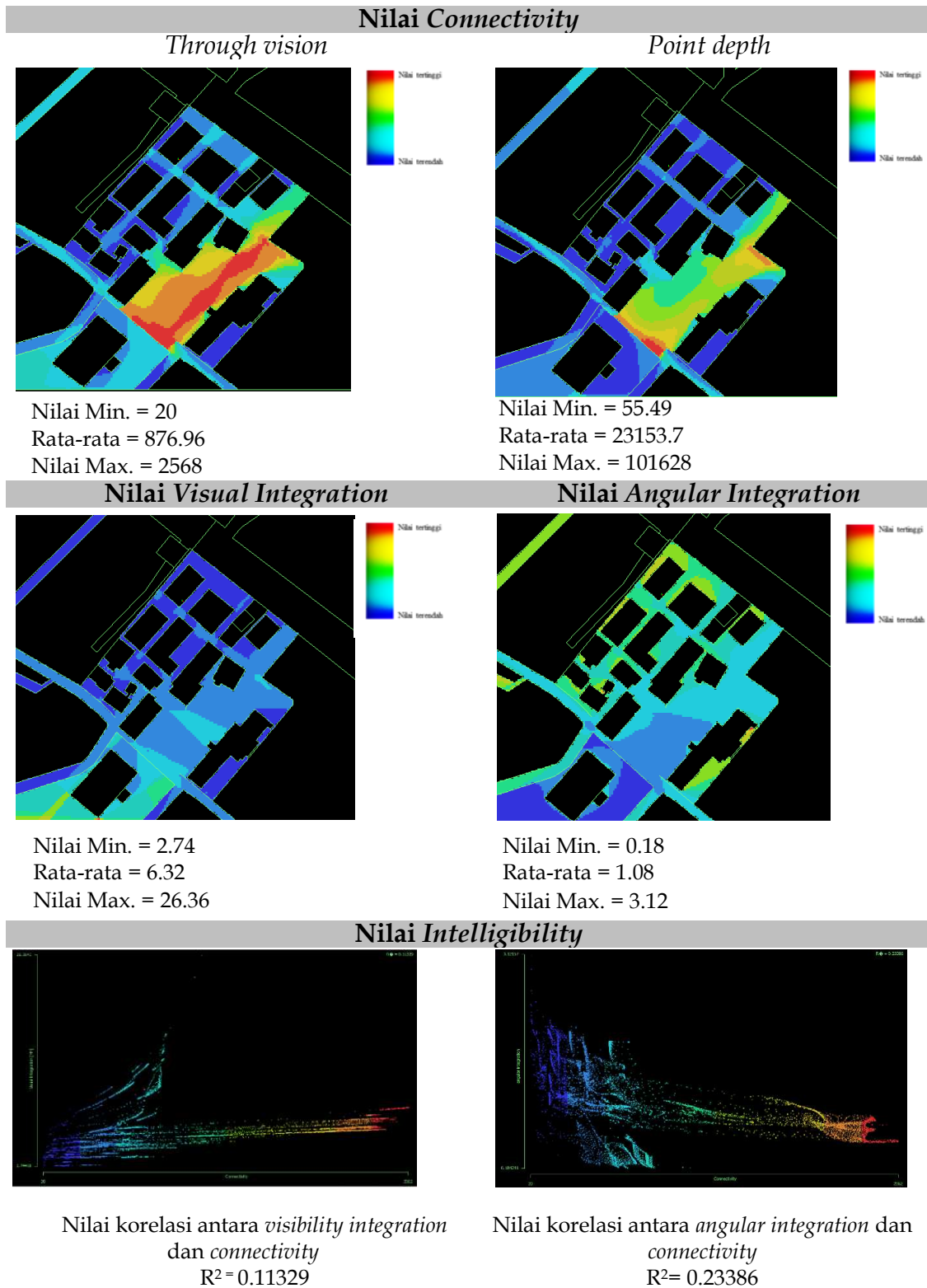
Metode analisis data - kuantitatif



Gambar 2. Bagan Metodologi Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Visibility Graph Analysis (VGA)



Gambar 3. Nilai Analisis Visibilitas atau *Visibility Graph Analysis (VGA)*

Visibility Graph Analysis (VGA) dinotasikan sebagai suatu simpul dan intersibilitas untuk menghubungkan semua titik secara bersamaan (Othman et al., 2019). Dalam grafik ini pun dijelaskan mengenai hubungan antara visibilitas dan permeabilitas suatu analisis spasial yang mempresentasikan persepsi spasial dan kognisi dalam ruang (Kawatu, 2020). Grafik analisis visibilitas atau *visibility graph analysis* (VGA) dapat menunjukkan potensi lokasi sebagai area pusat kegiatan atau interaksi sosial (van Nes & Yamu, 2021). Dalam kasus penelitian ini, metode analisis visibilitas atau *Visibility Graph Analysis* (VGA) digunakan sebagai salah satu bentuk alternatif penentuan titik evakuasi pada ruang terbuka sebagai area yang dijadikan setting lokasi evakuasi berdasarkan pada pola konfigurasi ruang terkait. Grafik analisis visibilitas atau *visibility graph analysis* (VGA) mengintegrasikan semua bidang isovist dari berbagai titik lokasi di ruang tertentu yang dijadikan setting objek pengamatan penelitian.

3.1.1. Nilai *Connectivity*

Nilai *connectivity* merupakan sebuah nilai yang diambil untuk menentukan hubungan interaksi antar ruang yang terkoneksi langsung satu sama lain (Siregar, 2014). Konsep konektivitas ditunjukkan berdasarkan representasi bentuk dari ruang yang terhubung dari pandangan visual yang teramati secara langsung (Ünlü et al., 2005).

Gradasi warna dari hasil analisis akan dimunculkan pada gambar dengan representasi nilai *connectivity* tertinggi ditandai dengan spektrum warna merah, kemudian warna orange dan kuning dengan nilai sedang, sedangkan nilai *connectivity* terendah dengan spektrum warna biru dan biru tua. Berdasarkan hasil analisis pada gambar 3, nilai *connectivity* tertinggi sebesar 2568 ditandai dengan spektrum warna merah, sedangkan nilai *connectivity* terendah sebesar 20 ditandai dengan spektrum warna biru. Hal ini berarti bahwa konektivitas yang terjadi antar ruang tersebut cukup tinggi dengan rata-rata nilai 876.96.

Lokasi yang ditandai spektrum berwarna merah pada hasil analisis gambar 3 terletak pada area parkir mobil (P3) (lihat gambar 1), dimana ruang ini merupakan ruang terbuka yang cukup besar dengan fungsi sebagai area parkir mobil untuk pengunjung dan mahasiswa sehingga banyak dilewati oleh penghuni bangunan kampus. Ruang terbuka pada area parkir mobil (P3) ini pun merupakan ruang transisi sebagai ruang penghubung antara bangunan di sekelilingnya (Gedung perpustakaan, Gedung fakultas hukum, masjid, kantin, Gedung studio arsitektur). Posisi ruang terbuka area parkir mobil (P3) terletak tepat di tengah-tengah siteplan menjadi titik konektivitas antar bangunan yang terbentuk akibat posisi gedung di sekitarnya yang mengelilingi ruang tersebut membentuk pola konfigurasi ruang yang tersentralisasi di titik lokasi tersebut. Sedangkan lokasi yang ditandai dengan spektrum berwarna biru berada pada area yang jarang dilalui oleh penghuni. Misalnya pada area antar bangunan yang memiliki luasan yang sempit. Pada lokasi ini biasanya tidak banyak terjadi kegiatan, namun hanya sebagai akses penghubung antar bangunan saja.

3.1.2.Nilai Integration

Nilai integration didapat berdasarkan pengukuran konfigurasi ruang secara global, yang terkoneksi secara langsung maupun tidak langsung (melibatkan ruang yang tidak dapat diobservasi secara langsung dari ruang pengamatan). Hasil analisis menggunakan penilaian step depth, dimana ruang yang memiliki nilai integration tinggi artinya memiliki depth/ kedalaman rendah. Semakin banyak ruang yang terkoneksi secara langsung, nilai integration semakin tinggi (Siregar, 2014). Dari pengertian lain bahwa ruang dengan integrasi tinggi didapat dari ruang yang memiliki jarak konektivitas ruang yang pendek (Romdhoni, 2018).

Hasil analisis mengenai nilai integration didapatkan dari skala pengukuran integration secara global (visual integration) dan skala pengukuran secara lokal (angular integration). Visual integration didapat menggunakan skala pengukuran konfigurasi ruang secara global (skala-n). Sedangkan angular integration didapat menggunakan skala pengukuran konfigurasi ruang secara lokal.

Berdasarkan hasil analisis dari visual integration menunjukkan bahwa nilai terendah sebesar 2.74 sedangkan nilai tertinggi visual integration sebesar 26.36, dengan nilai rata-rata sebesar 6.32. Sedangkan hasil analisis dari angular integration menunjukkan nilai integration lebih mendalam dan lebih detail dengan perhitungan mean depth yang didapat bahwa nilai terendah sebesar 0.18 sedangkan nilai tertinggi angular integration sebesar 3.12, dengan nilai rata-rata sebesar 1.08. Hal ini dapat terlihat bahwa pada ruang terbuka area parkir mobil (P3) terlihat spektrum berwarna biru yang mengindikasikan bahwa ruang terbuka pada area parkir mobil (P3) memiliki nilai integration yang tinggi karena area tersebut memiliki jarak konektivitas ruang yang pendek dan tidak banyak ruang yang terkoneksi secara langsung.

3.1.3.Nilai Intelligibility

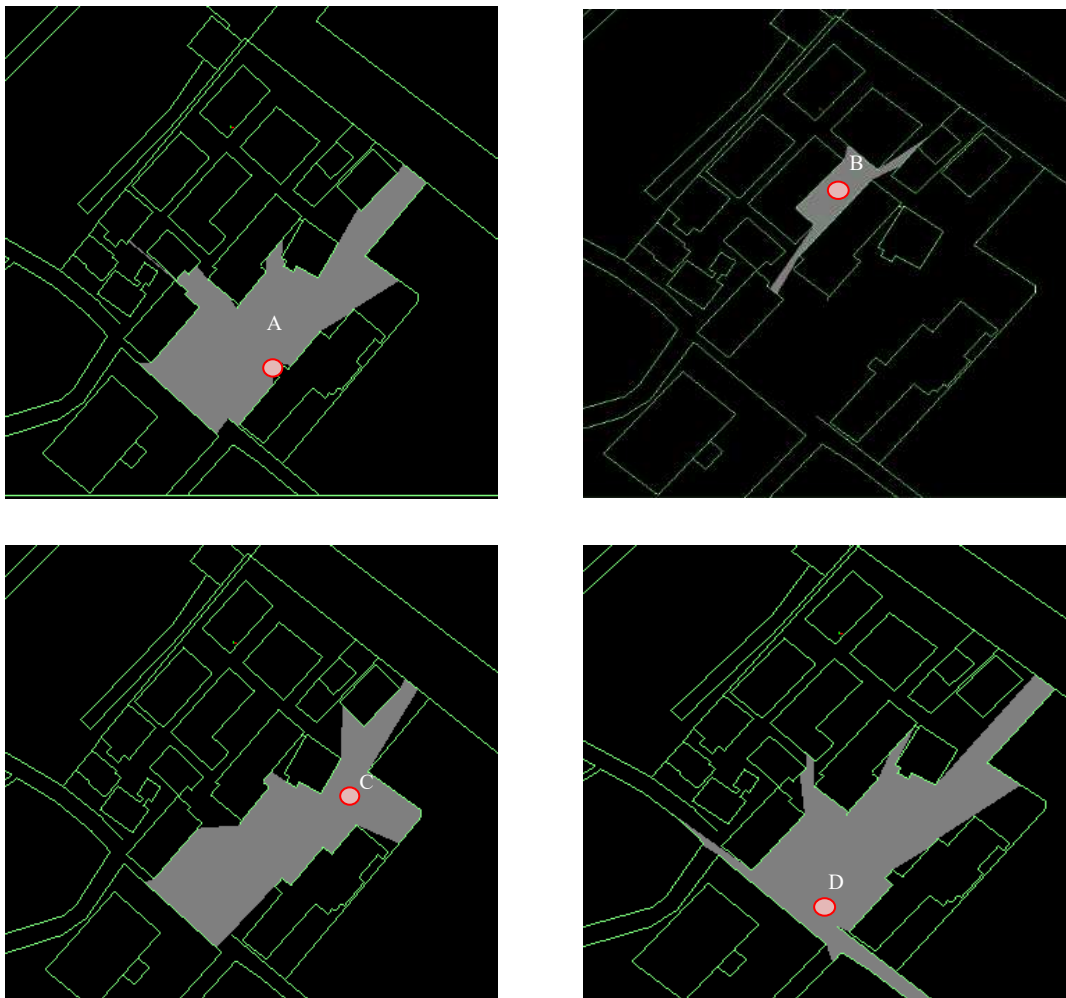
Nilai intelligibility merupakan nilai korelasi antara nilai connectivity dan integration (Siregar, 2014). Intelligibility menggambarkan seberapa baik hubungan ruang terintegrasi pada suatu kawasan. Pengguna ruang sebagai objek mudah untuk mengakses lokasi yang terintegrasi dari sudut manapun. Semakin luas suatu area maka semakin kuat konektivitas antar ruang (Esposito et al., 2020).

Pada hasil visibility graph analysis untuk nilai intelligibility didapat dari nilai korelasi (R^2) antara nilai visibility integration dengan nilai connectivity adalah 0.11329. sedangkan hasil analisis untuk nilai korelasi (R^2) yang didapat dari nilai angular integration dan connectivity adalah 0.23386. Nilai intelligibility berbanding lurus dengan nilai connectivity dan nilai integration. Hal ini dapat diartikan bahwa nilai intelligibility pada ruang terbuka pada area parkir mobil (P3) cukup tinggi sebanding dengan nilai connectivity dan integration yang tinggi pula.

3.2. Analisis Isovist

Analisis isovist digunakan untuk menguji tingkat optimasi di titik-titik lokasi yang dijadikan setting penelitian (van Nes & Yamu, 2021). Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan analisis lebih dalam mengenai visibilitas di titik lokasi, khususnya ruang terbuka dan hubungannya dengan lingkungan di sekitarnya. Tingkat visibilitas ini dapat berubah tergantung pada penentuan titik dimana seseorang mengamati ruang tersebut. Penentuan titik pengamat pada analisis isovist berdasarkan pada jarak pandang pengamat dengan sudut sebesar 360 derajat.

Pada gambar 4 dapat terlihat bahwa warna abu-abu menunjukkan hasil analisis isovist terhadap titik lokasi dimana pengamat berdiri. Pada titik A, posisi pengamat berada di jarak ideal yang dapat menjangkau area ruang terbuka pada area parkir mobil (P3) secara luas. Di titik B, posisi pengamat berada di nilai terendah berdasarkan hasil analisis visibility (gambar 3). Sedangkan titik C dan D, pengamat berada di posisi dengan nilai tertinggi berdasarkan hasil analisis visibility.

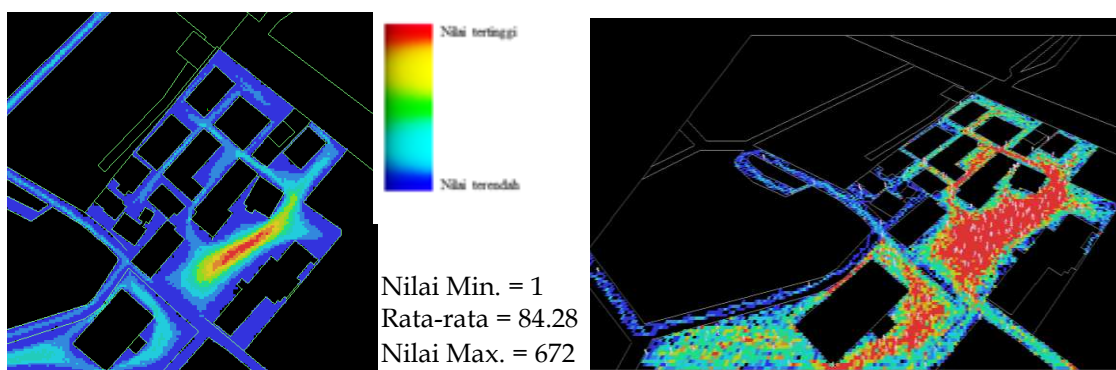


Gambar 4. Analisis Isovist

3.3. Agent Tools Analysis

Perhitungan menggunakan agent analysis digunakan untuk mengamati intensitas kepadatan orang dan pergerakan dari kendaraan dalam area urban. Teknik ini memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan data dan dipresentasikan dalam bentuk grafis maupun secara statistik (Othman et al., 2019). Prinsip dari agent tools analysis menggunakan bidang visual dan langkah sintaksis dimana orang cenderung memilih akses dengan sudut penyimpangan paling sedikit menuju tujuan mereka (van Nes & Yamu, 2021). Permodelan berbasis agen (*Agent Tools Analysis*) diterapkan pada area konfigurasi ruang yang dinilai memiliki hubungan visibility tertinggi yang ditunjukkan dengan spektrum warna merah, orange dan kuning. Setting pada analisis ini dengan menempatkan sejumlah agen (pengamat visual) yang didistribusikan secara merata di titik-titik yang dijadikan setting penelitian, dalam kasus ini setting ruang ditempatkan di lokasi yang memiliki nilai integration yang tinggi pada grafik. Bidang dari jarak pandang agen bervariasi berdasarkan hasil analisis *visibility*.

Pada gambar 5 terlihat hasil dari agent tools analysis, nilai tertinggi berdasarkan grafik pada spektrum berwarna merah, orange dan kuning berada di titik visibility tertinggi. Pada gambar sebelah kanan terlihat simulasi tiga dimensi dari grafik gate count, dengan menjalankan setting menggunakan agen sebagai objek pelaku (pengguna ruang kampus). Setting parameter untuk '*agent as average person*' menggambarkan rute pergerakan agen dalam penelitian ini yaitu sebagai penghuni kawasan kampus Universitas Bandar Lampung. Sebanyak lima ribu agen yang bergerak menuju titik-titik setting lokasi evakuasi. Dan terlihat hasil akhirnya bahwa agen-agen tersebut bergerak paling banyak menuju ke titik visibility tertinggi yaitu lokasi ruang terbuka pada area parkir mobil (P3).



Gambar 5. Grafik *Agent Tools Analysis*

Ditinjau dari posisi penelitian ini terhadap studi lain bahwa penelitian ini mendukung hasil analisis konfigurasi terhadap suatu area, khususnya ruang terbuka sebagai titik evakuasi saat terjadi bencana pada kompleks bangunan pendidikan. Titik berat penelitian ini berfokus pada proses analisis berdasarkan

tiga komponen analisis yaitu visibility graph analysis, analisis isovist, dan agent tools analysis. Penelitian yang berfokus pada ruang terbuka sebagai titik evakuasi khususnya terkait pola konfigurasi ruang belum banyak yang meneliti lebih jauh, namun beberapa penelitian sudah menganalisis konsep analisis *space syntax* terhadap ruang terbuka dan titik mitigasi pada kompleks bangunan pendidikan. Seperti pada penelitian (Prihatiningrum et al., 2019) yang membahas terkait pola desain konfigurasi bangunan yang berpengaruh terhadap upaya mitigasi bencana di kawasan akademik. Terkait penelitian tersebut, penelitian yang dibahas dalam kajian ini tidak menggunakan metode analisis behavior mapping sehingga analisis yang dihasilkan sepenuhnya merupakan hasil data analisis software *depthmapX* dan data-data penunjang berupa observasi lapangan saja.

4. Kesimpulan

Penelitian ini membahas tentang metodologi dalam menganalisis konfigurasi ruang terbuka sebagai titik evakuasi dengan mengambil studi kasus ruang terbuka di Universitas Bandar Lampung, Bandar Lampung, Indonesia. Proses analisis dilakukan dengan melakukan tinjauan langsung ke lapangan dan dengan mengintegrasikan simulasi virtual menggunakan pendekatan *space syntax* memanfaatkan software *depthmapX* untuk mengukur tingkat connectivity, integration, dan intelligibility.

Dari hasil pembahasan penelitian ini didapat kesimpulan yaitu:

- a. Hasil analisis dari visibility graph analysis menyatakan bahwa nilai visibility tertinggi berada pada lokasi ruang terbuka pada area parkir mobil (P3), dimana sesuai dengan skenario setting yang ditentukan. Hal ini berarti bahwa hubungan konektivitas dan permeabilitas pada ruang terbuka tersebut cukup tinggi sehingga memungkinkan ruang terbuka dijadikan titik evakuasi pada bangunan kampus Universitas Bandar Lampung.
- b. Dari hasil analisis isovist dapat disimpulkan bahwa ruang terbuka pada area parkir mobil (P3) memiliki jarak ruang yang luas sehingga penghuni dalam kompleks bangunan kampus Universitas Bandar Lampung dapat menjangkau area ruang terbuka tersebut dari segala arah dan posisi bangunan.
- c. Berdasarkan hasil agent tools analysis, agen bergerak menuju ke arah ruang terbuka pada area parkir mobil (P3). Dalam hal ini terindikasi bahwa ruang terbuka tersebut menjadi sasaran dan target agen sebagai titik evakuasi.
- d. Pola konfigurasi bangunan kampus Universitas Bandar Lampung tersentralisasi di titik ruang terbuka pada area parkir mobil (P3) sehingga berdasarkan hasil analisis yang dilakukan peneliti, ruang terbuka tersebut berpotensi cukup optimal sebagai titik evakuasi pada kompleks bangunan kampus Universitas Bandar Lampung.

Penelitian ini diharapkan dapat berlanjut dengan melakukan perbandingan antara hasil temuan analisis yang telah dilakukan dengan hasil analisis menggunakan metode behavior mapping berupa pemetaan perilaku pengguna di lokasi penelitian agar didapatkan hasil yang lebih akurat. Hasil temuan dari penelitian ini diharapkan dapat membantu pengguna ruang, khususnya untuk kompleks kawasan bangunan pendidikan untuk dapat memanfaatkan potensi dari desain ruang terbuka agar dapat dijadikan sebagai titik evakuasi bencana serta untuk para perancang bangunan agar memperhatikan pola desain konfigurasi ruang terbuka agar dapat terkoneksi dengan optimal dan berfungsi sebagai ruang publik yang fungsional dan fleksibel digunakan untuk beragam aktivitas keseharian maupun darurat.

4. Daftar Pustaka

- Allan, P., Bryant, M., Wirsching, C., Garcia, D., & Teresa Rodriguez, M. (2013). The Influence of Urban Morphology on the Resilience of Cities Following an Earthquake. *Journal of Urban Design*, 18(2), 242–262. <https://doi.org/10.1080/13574809.2013.772881>
- Budiwati, I. A. M., Dewi, A. A. D. P., Suditayasa, I. W., Sipil, P. S. T., Teknik, F., Udayana, U., & Jimbaran, K. B. (n.d.). *Bencana Topography Measurement To Support Disaster Mitigation Plan At Civil Engineering Department of Udayana University in Bukit*. 53–57.
- Coutinho-Rodrigues, J., Sousa, N., & Natividade-Jesus, E. (2016). Design of evacuation plans for densely urbanised city centres. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Municipal Engineer*, 169(3), 160–172. <https://doi.org/10.1680/jmuen.15.00005>
- Esposito, D., Santoro, S., & Camarda, D. (2020). Agent-based analysis of urban spaces using *space syntax* and spatial cognition approaches: A case study in Bari, Italy. *Sustainability (Switzerland)*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/su12114625>
- Frasetya, V. (2021). Komunikasi Mitigasi Bencana Kota Bandar Lampung. *Jurnal Komunika*. 4(1), 1–18.
- Hiller, B., & Lida, S. (2005). Network effect and psychological effect: a theory of urban movement. *Spatial Information Theory*, 475–490.
- Jiang, B., & Liu, X. (2010). Automatic generation of the axial lines of urban environments to capture what we perceive. *International Journal of Geographical Information Science*, 24(4), 545–558. <https://doi.org/10.1080/13658810902950351>
- Kawatu, F. E. (2020). Analisis *Space syntax* Dari Bangunan Rumah Sakit Setelah Perkuatan Terhadap Gempa. *Engineering Education Journal (E2J-UNIMA)*, 8(1).
- Koren, D., & Rus, K. (2019). The potential of open space for enhancing urban seismic resilience: A literature review. *Sustainability (Switzerland)*, 11(21). <https://doi.org/10.3390/su11215942>
- Lau, S. S. Y., Gou, Z., & Liu, Y. (2014). Healthy campus by open space design: Approaches and guidelines. *Frontiers of Architectural Research*, 3(4), 452–467.

- <https://doi.org/10.1016/j.foar.2014.06.006>
- Osmond, P. (2019). *Space syntax , urban transformation and liveability : a campus case study*. July, 2-6.
- Othman, F., Mohd Yusoff, Z., & Abdul Rasam, A. R. (2019). Isovist and Visibility Graph Analysis (VGA): Strategies to evaluate visibility along movement pattern for safe space. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 385(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/385/1/012024>
- Penn, A., & Turner, A. (2001). *Space syntax based agent simulation*. *Pedestrian and Evacuation Dynamics*, January 2001, 99-114.
<http://eprints.ucl.ac.uk/2027/1/penn.pdf>
- Prihatiningrum, A., Bahri, S., & Wardhani, F. (2019). Desain Konfigurasi Bangunan dan Hubungannya Dengan Aktivitas Akademik Dalam Upaya Mitigasi Bencana (Studi Kasus pada Klaster FKIP Universitas Bengkulu). *Civil Engineering and Built Environment Conference*, 62-71.
- Romdhoni, M. F. (2018). Analisis Pola Konfigurasi Ruang Terbuka Kota Dengan Penggunaan Metoda *Space syntax* Sebagai Spatial Logic Dan Space Use. *NALARs*, 17(2), 113. <https://doi.org/10.24853/nalars.17.2.113-128>
- Siregar, J. P. (2014). *Metodologi dasar space syntax dalam analisis konfigurasi ruang*. 29.
- Ünlü, A., Ülken, G., & Edgü, E. (2005). A *Space syntax* Based Model in Evacuation of Hospitals. *Proceedings, 5th International Space syntax Symposium, Delft*, 161.
- van Nes, A., & Yamu, C. (2021). Introduction to *Space syntax* in Urban Studies. In *Introduction to Space syntax in Urban Studies*.
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-59140-3>