



ATRIUM: JURNAL ARSITEKTUR

ISSN: 2442-7756 E-ISSN: 2684-6918

atrium.ukdw.ac.id

**Integrasi Jalur Evakuasi pada Bangunan Publik Bertingkat
Menggunakan Pendekatan Space Syntax
Studi Kasus: Rancangan Gedung SMP Kanisius, Kalasan**

| Diterima pada 03-09-2022 | Disetujui pada 08-11-2022 | Tersedia online 23-03-2023 |
| DOI <https://doi.org/10.21460/atrium.v8i3.210> |

Yohanes Satyayoga Raniasta

Program Studi Arsitektur, Fakultas Arsitektur dan Desain, Universitas Kristen Duta Wacana

Jl. dr. Wahidin Sudirohusodo no. 5-25, Yogyakarta

Email: satyayoga@staff.ukdw.ac.id

Abstrak

Kebakaran dan gempa bumi adalah dua bencana utama yang menjadi ancaman bagi bangunan gedung. Bangunan gedung publik membutuhkan rancangan yang mampu memitigasi dampak buruk dari bencana tersebut, sehingga dibutuhkan perhatian besar pada aspek evakuasi saat terjadi bencana. Penelitian ini akan memberikan evaluasi rancangan dari salah satu bangunan publik yang menjadi bahan studi, yaitu Sekolah Menengah Pertama (SMP) Kanisius, yang terletak di Kalasan, D.I. Yogyakarta. Bangunan yang terdiri dari 3 lantai dengan luas setiap lantai 755 m² ini memiliki rancangan jalur vertikal evakuasi darurat melalui tangga di kedua ujungnya. Menggunakan metode Space Syntax, evaluasi integrasi rancangan jalur memanfaatkan *tools* Integrity pada rangkaian Axial Map, sedangkan *tools* Visibility Graph digunakan untuk mengetahui tingkat keterlihatan jalur dan kebutuhan penempatan *signage emergency exit*. Hasilnya adalah diketahuinya tingkat integrasi jalur evakuasi pada rancangan Gedung SMP Kanisius Kalasan serta rekomendasi penempatan *signage* yang ideal. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi pengetahuan di bidang arsitektur terkait dengan metode optimalisasi rancangan jalur evakuasi darurat pada bangunan bertingkat, serta memberikan masukan bagi para *stakeholder* terkait.

Kata kunci: jalur evakuasi, gedung bertingkat, Space Syntax.

Abstract

**Title: Integration of Multi-stories Public Buildings Evacuation Routes with Space Syntax Approach
Case Study: The Design of Kanisius Junior High School, Kalasan**

Fires and earthquakes are the two major disasters that threaten buildings. Public buildings require a design that can mitigate the adverse effects of the disaster, which requires excellent attention to the evacuation aspect when a disaster occurs. This study will evaluate the design of one of the public buildings that became the study material, Kanisius Junior High School (SMP), located in Kalasan, D.I. Yogyakarta. The building consists of 3 floors with an area per floor of 755 m². It has a vertical emergency evacuation route through stairs at both ends. Using the Space Syntax method, the path design integration evaluation uses the Integrity tools in the Axial Map series. In contrast, the Visibility Graph tools are used to determine the level of visibility of the path and the ideal need for placing emergency exit signage. The result is that the level of integration of the evacuation route in the Kanisius Kalasan Junior High School building will be known, and the ideal signage placement will be recommended. This research is expected to contribute knowledge in the field of architecture related to the optimization method of emergency evacuation route design in multi-story buildings, as well as provide input for relevant stakeholders.

Keywords: *evacuation route, multistories building, Space Syntax.*

Pendahuluan

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) pengertian dari evakuasi adalah proses pengungsian atau pemindahan penduduk dari daerah-daerah yang berbahaya, misalnya bahaya perang, bahaya banjir, meletusnya gunung api, ke daerah yang aman. Diartikan juga sebagai pemindahan sesuatu (manusia, kendaraan, barang, dan sebagainya) ke tempat aman (<https://kbbi.web.id/evakuasi>, diakses November 2022). Bangunan publik adalah bangunan yang dapat diakses oleh orang banyak (umum), atau bangunan dimana semua orang yang datang dapat mengunjunginya. Sedangkan bangunan bertingkat dapat diartikan sebagai bangunan dengan jumlah lantai lebih dari 1 (satu).

Bangunan gedung sebagai ruang untuk beraktivitas penggunaannya disyaratkan memiliki standar keselamatan, keamanan, kesehatan, kenyamanan dan keindahan. Khusus pada aspek keselamatan bangunan, diatur melalui berbagai peraturan antara lain:

1. Undang-Undang No. 28/2002 tentang Bangunan Gedung
2. Peraturan Pemerintah No. 73/2011 tentang Bangunan Gedung Negara
3. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum 29/2006 tentang Persyaratan Teknis Bangunan Gedung.
4. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum 26/2008 tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan dan Lingkungan.

Berbagai peraturan tersebut memiliki tujuan yang sama, yaitu melindungi seluruh pihak-pihak yang terkait dengan keberadaan sebuah bangunan gedung, baik pemilik, pengguna, penyedia jasa perencanaan dan

perancangan, pelaksana, pemerintah, masyarakat umum, dll.

Bencana yang paling umum terjadi pada bangunan gedung adalah bahaya kebakaran, serta gempa bumi (Seftyarizki, et al., 2019). Kedua faktor ini terbukti telah banyak menimbulkan kerugian dan yang paling menyedihkan adalah menyebabkan korban luka-luka dan bahkan kehilangan jiwa. Banyak studi penelitian berfokus pada perencanaan dan perancangan evakuasi kebakaran. Namun karena bencana ini memiliki ketidakpastian yang cukup besar, maka belum ada solusi mitigasi yang sempurna (Zhang, et al., 2019). Kebakaran gedung dapat disebabkan oleh bermacam-macam sumber, baik yang disengaja maupun tidak. Hubungan pendek arus listrik dan kecerobohan pengguna saat menggunakan bahan yang mudah terbakar cukup banyak menjadi sebab dari berbagai berita kebakaran gedung yang mengisi kolom media massa.



Gambar 1. Kebakaran Gedung Sekolah SMK Yadika 6, Pondok Gede, Bekasi
Sumber: Mantalean (2019)

Selain bahaya kebakaran, bencana bagi bangunan gedung yang telah mengakibatkan korban luka dan korban jiwa adalah gempa bumi. Gempa bumi, baik vulkanik yang disebabkan oleh aktivitas gunung berapi, maupun tektonik yang disebabkan oleh pergeseran kerak bumi, memberikan

pengaruh yang signifikan bagi manusia. Guncangan yang terjadi dapat mengoyak dan meruntuhkan bangunan gedung dalam sekejap. Gempa di Yogyakarta pada tahun 2006 telah menjadi bukti, bahwa gempa mampu meluluhlantakkan bangunan gedung yang kokoh sekalipun.



Gambar 2. Gedung Kampus STIE Kerjasama, Yogyakarta roboh akibat gempa

Sumber: Wisnubrata, et al. (2016)

Salah satu hal yang dituntut sebagai persyaratan keselamatan pada bangunan gedung adalah aspek evakuasi pengguna bangunan (Devi & Rahman, 2012). Hal yang sangat penting untuk dicermati adalah pada saat terjadi bahaya kebakaran maupun gempa bumi, maka hal pertama yang dilakukan adalah menyelamatkan diri, keluar dari bangunan, menuju titik kumpul evakuasi yang aman di ruang terbuka. Desain bangunan merupakan faktor penting yang dapat disesuaikan dan dioptimalkan secara aktif untuk mencegah ancaman manusia dan harta benda dalam skenario darurat. Tata letak bangunan tertentu secara signifikan dapat mempengaruhi perilaku manusia selama evakuasi (Snopková, et al., 2023). Hal ini kemudian menuntut adanya desain pendukung evakuasi pada bangunan gedung yang memadai dan sesuai dengan standar yang berlaku.

Pada bangunan bertingkat, evakuasi membutuhkan proses yang relatif lebih panjang daripada bangunan satu lantai.

Pengguna bangunan yang berada di lantai atas harus terlebih dahulu turun sampai ke lantai bawah untuk dapat menyelamatkan diri keluar dari bangunan. Beberapa bangunan bertingkat menyiapkan rute evakuasi tersebut dengan keberadaan koridor (horizontal), serta tangga dan lift darurat (vertikal). Selain akses, *signage* (penanda/tanda) juga menjadi hal yang penting untuk direncanakan. Tanda keluar darurat memiliki peran penting dalam keselamatan kebakaran bangunan. Tanda keluar membantu penghuni dengan cepat melarikan diri dari api dengan mengikuti rute melarikan diri tercepat dan teraman segera setelah deteksi api (Jeon, et al., 2019).



Gambar 3. Tangga darurat pada bangunan bertingkat sebagai jalur evakuasi

Sumber: Andre (2019)

Meningkatnya jumlah kasus kecelakaan termasuk bencana kebakaran yang terjadi di sekolah, maka perhatian terhadap sistem mitigasi dan evakuasi menjadi sangat penting bagi pengelola sekolah dan perancang bangunan (Liu, et al., 2016). Yayasan Kanisius saat ini tengah melakukan perencanaan dan perancangan pengembangan infrastruktur pendidikannya dengan membangun sebuah gedung sekolah baru yang diperuntukkan untuk Sekolah Menengah Pertama (SMP), yang berlokasi di Komplek Gereja Katolik Marganingsih dan Rumah Sakit Panti

Rini Kalasan. Rancangan yang telah dibuat adalah berupa bangunan 3 lantai dengan seluruh lantainya berfungsi sebagai ruang belajar mengajar dan dapat diakses oleh seluruh pengguna, baik pelajar, guru, maupun pengelola dan tamu. Luas setiap lantainya adalah sekitar 755m^2 , sehingga luas total lantainya adalah 2265m^2 . Jalur sirkulasi berupa koridor yang juga akan berfungsi sebagai jalur evakuasi berada pada tengah aksis bangunan, dengan akses vertikal (tangga) pada kedua ujung denah bangunan dan di bagian tengah. Semuanya bermuara pada akses keluar bangunan pada lantai dasar. Sementara ruang-ruang fungsional bangunan berada pada kedua sisi koridor, seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Blok Denah Rancangan Gedung SMP Kanisius Kalasan.

Sumber: Design Center FAD, 2022

Secara umum, tim perancang telah menerapkan prinsip-prinsip perancangan bangunan gedung yang sesuai dengan peraturan bangunan gedung secara umum. Sedangkan penelitian ini bertujuan untuk meninjau hasil rancangan yang telah dihasilkan oleh tim perancang untuk dapat dilakukan penilaian terhadap aspek integrasi jalur evakuasi pada hasil rancangan bangunan, dengan menggunakan metode Space Syntax. Gambar 5 memperlihatkan 3D rancangan Gedung SMP Kanisius Kalasan dengan perspektif mata burung.



Gambar 5. Rancangan Gedung SMP Kanisius Kalasan disajikan dalam bentuk 3D dengan perspektif mata burung.

Sumber: Design Center FAD, 2022

Pada desain awal, bangunan dapat diubah sesuai umpan balik dari hasil simulasi yang secara efektif dapat mengurangi biaya (Zheng, et al., 2022). Guna mendapatkan hasil rancangan yang terbaik dan memenuhi standar keselamatan bangunan, maka salah satu aspek penting yang perlu diperhatikan adalah jalur evakuasi bangunan, baik horizontal maupun vertikal, Semua jalur evakuasi tersebut wajib menjadi satu kesatuan yang tersambung dan terintegrasi utuh dengan tingkat keterlihatan dan penanda yang memadai, sehingga pada saat terjadi kondisi darurat bencana kebakaran dan gempa bumi, maka rute tersebut dapat menjadi rute yang aman dan nyaman bagi penggunanya untuk menuju ke titik kumpul evakuasi di halaman terbuka depan bangunan dengan baik dan optimal. Rancangan yang telah dilakukan menghasilkan konfigurasi ruang sirkulasi yang linier, yang telah menjadi salah satu ciri kemudahan akses dan pergerakan. Namun demikian perlu dilakukan simulasi tingkat integrasi antar hubungan ruang yang terjadi untuk memastikan secara terukur terhadap hasil konfigurasi spasial pada bangunan ini. Penelitian dilakukan dengan melakukan evaluasi pada gambar hasil rancangan yang telah dilakukan, terutama pada gambar pola

dan *layout* ruang yang tertuang pada denah.

Permasalahan di atas dapat dirumuskan menjadi pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat integrasi (*integration*) rancangan jalur evakuasi Gedung SMP Kanisius Kalasan?
2. Bagaimana tingkat keterlihatan (*visibility*) rancangan jalur evakuasi Gedung SMP Kanisius Kalasan?
3. Bagaimana usulan penempatan titik penanda (*signage*) pada jalur evakuasi rancangan Gedung SMP Kanisius Kalasan?

Metode

Metode Pengambilan Data dan Analisis

Pada dasarnya penelitian ini bertujuan untuk melakukan evaluasi gambar rancangan guna mendapatkan informasi tingkat integrasi dan *visibility* pada jalur evakuasi bangunan, baik secara horizontal maupun vertikal. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan metode simulasi menggunakan *software* komputer (CAD) dan Space Syntax. Metode ini dapat digunakan untuk mengeksplorasi konektivitas spasial terkait dengan fungsi sebagai realisasi sistem aktivitas pengguna bangunan (AL-Mohannadi, et al., 2020). Metode dan teori Space Syntax yang dikemukakan oleh Bill Hillier tersebut memungkinkan kita untuk menggambarkan properti spasial yang berkelanjutan. Contoh bidang ilmu dimana menerapkan Space Syntax adalah: antropologi, arkeologi, arsitektur, perencanaan dan desain kota, geografi, psikologi (pencarian jalan dan persepsi keselamatan), sosiologi, kriminologi, pengembangan real estate, dan rekayasa jalan (Germanaite, et al.,

2022). Pengujian empiris metode Space Syntax dari waktu ke waktu telah mengkonfirmasi kapasitas dan inovasi metode ini dalam menganalisis hubungan spasial dengan tujuan untuk memahami dan menjelaskan organisasi sosio-spasial lingkungan binaan (Yamu, et al., 2021). Pada konteks penelitian ini, memahami perilaku manusia dalam evakuasi darurat adalah masalah penting untuk optimalisasi tata letak, manajemen kerumunan, dan penyelamatan (Zhu & Shi, 2016), yang kemudian dikombinasikan dengan Space Syntax sebagai prediktor aspek sosial ruang arsitektur untuk mengevaluasi peran ruang semi-terbuka dalam model yang ada menggunakan *software* Depthmap (Askarizad & Safari, 2020). *Software* yang digunakan adalah DepthmapX versi 0.5b. Pada versi ini telah terdapat beberapa penyempurnaan.

Tahapan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi kasus dan pengambilan data rancangan SMP Kanisius Kalasan, yang terdiri dari 3 lantai, dengan penghubung antar lantai berupa tangga. Ruang dari lantai 1 sampai dengan lantai 3 bangunan ini berfungsi sebagai ruang-ruang belajar mengajar, sehingga keseluruhannya diakses dan menjadi tempat beraktivitas kegiatan belajar mengajar bagi para pelajar dan pendidiknya.
2. Dari data denah yang ada kemudian diidentifikasi jalur evakuasi yang ada, dan kemudian “diisolasi” untuk menjadi fokus dari pengamatan studi. Area jalur evakuasi dipisahkan dan menjadi satu konfigurasi tersendiri dalam bentuk *polyline vector* yang tertutup, yang kemudian di-*export* menjadi format Dxf.

3. File Dxf tersebut selanjutnya diimpor ke dalam *software* DepthmapX menjadi satu *file* yang baru. Tahap selanjutnya *polyline* tersebut diubah menjadi *axial line* untuk selanjutnya dapat disimulasikan tingkat konektivitas dan integrasinya.
4. Selanjutnya untuk mendapatkan nilai *Visibility Graph Analysis* (VGA), maka file Dxf diimpor menjadi satu *file* yang baru, lalu dilakukan proses simulasi dengan *convex map*, yang selanjutnya dilakukan *running* proses analisis *visibility*-nya.
5. Hasil dari kedua analisis tersebut menjadi bahan pembahasan dan kajian. Dari warna dan angka yang muncul, dapat dilihat kecenderungan aspek integrasi (dan konektivitas), serta aspek visibilitasnya, sehingga dapat dilakukan penilaian terhadap seberapa tingkat optimal jalur tersebut sebagai rute evakuasi darurat baik vertikal maupun horizontal.

Dari hasil analisis tersebut, dapat dilihat area dengan nilai visibilitas tertinggi. Area tersebut mengindikasikan potensi yang baik untuk diberikan penanda (*signage*) terutama untuk situasi darurat (*emergency*).

Lokasi Penelitian

Lokus dari penelitian ini adalah pada hasil rancangan Gedung SMP Kanisius Kalasan, yang berada pada kompleks Gereja Marganingsih dan Rumah Sakit Panti Rini, terletak pada rute jalan Jogja-Solo, Kalasan (Gambar 6 dan Gambar 7). Lokasi ini akan berbatasan juga dengan calon tol baru yang akan dibangun dalam waktu dekat. Gambar 8 menunjukkan visualisasi 3D fasad dari depan untuk rancangan SMP Kanisius Kalasan.



Gambar 6. Lokasi lahan pembangunan SMP Kanisius Kalasan

Sumber: Design Center FAD, 2022



Gambar 7. Pembagian zonasi area Rumah Sakit, Gereja dan SMP Kanisius.

Sumber: Design Center FAD, 2022



Gambar 8. Visualisasi 3D perspektif depan (fasad) rancangan SMP Kanisius Kalasan.

Sumber: Design Center FAD, 2022.

Kajian dan analisis utama bertumpu pada data spasial yang tertuang pada denah dan *siteplan*, terutama pada rencana jalur evakuasi. Keseluruhan konfigurasi ruang sebagai rute evakuasi ini adalah sebuah satu kesatuan

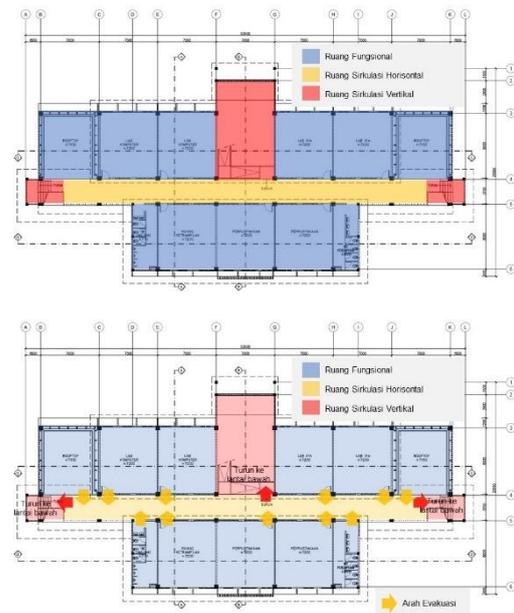
konfigurasi yang harus terintegrasi dan memiliki visibilitas yang baik untuk dapat memenuhi persyaratan keselamatan bangunan gedung seperti yang telah diwajibkan oleh peraturan-peraturan yang berlaku. Dalam hal ini, tim perencana telah menerapkan kaidah perancangan gedung yang ada, namun demikian evaluasi hasil rancangan dilakukan untuk memastikan secara terukur bahwa rancangan telah memiliki konfigurasi spasial yang baik dilihat dari aspek evakuasi darurat.

Hasil dan Pembahasan

Identifikasi Jalur dan Pola Sirkulasi dan Jalur Evakuasi Darurat pada Rancangan Bangunan

Setelah tim perancang arsitektur menyelesaikan rancangan ruangnya, maka denah ruang yang ada diidentifikasi fungsi dan perannya. Kategorisasi ruang dibagi menjadi 3, yaitu Ruang Fungsional, Ruang Sirkulasi Horizontal, serta Ruang Sirkulasi Vertikal. Ruang Fungsional adalah ruang-ruang yang mewadahi aktivitas pokok dari bangunan tersebut. Secara umum, fungsionalitas bangunan dapat didefinisikan sebagai sejauh mana ia mendukung aktivitas di dalamnya. Fungsionalitas ruang ditentukan oleh faktor-faktor, seperti jumlah dan bentuk ruang, keterkaitan antara berbagai ruang dan efektivitas sirkulasi orang, barang dan jasa, fleksibilitas, kesesuaian, keamanan, dan aspek kunci tata letak bangunan lainnya (Sanni-Anibire, Hassanain, Mahmoud, & Ahmed, 2018). Konektivitas dan koefisien pengelompokan ruang menjadi indikator penting dari aktivitas yang terjadi di dalam bangunan (Zerouati & Bellal, 2020). Ruang Sirkulasi Horizontal adalah area yang menghubungkan ruang satu dengan ruang yang lainnya dalam level

ketinggian yang sama berupa koridor. Sedangkan Ruang Sirkulasi Vertikal adalah area yang menghubungkan antar lantai satu dengan lantai lainnya, berupa tangga dan *ramp*. Kedua elemen sirkulasi vertikal tersebut berfungsi ganda, yaitu dapat digunakan pada saat kondisi normal sebagai elemen akses sirkulasi kondisi biasa, serta menjadi elemen akses evakuasi pada saat terjadinya kondisi darurat.

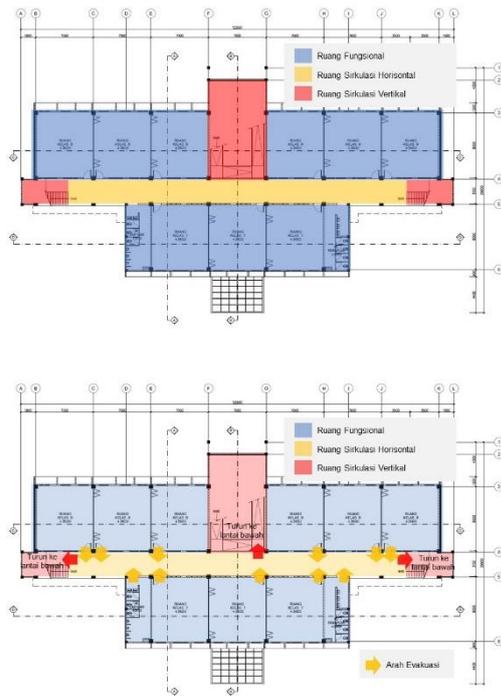


Gambar 9. (a) Identifikasi kategori fungsi ruang lantai 3. (b) Identifikasi jalur sirkulasi dan evakuasi darurat lantai 3.

Sumber: Olahan penulis, 2022.

Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa di lantai 3, ruang-ruang fungsional berwarna biru, area sirkulasi horizontal adalah koridor yang diarsir warna jingga, sedangkan area sirkulasi vertikal adalah area yang diberi warna merah. Jalur sirkulasi dan evakuasi melalui koridor, tangga, dan ramp membentuk huruf T. Tangga berada pada kedua ujung bangunan, sedangkan *ramp* berada pada area tengah bangunan. Hal ini cukup ideal dan sesuai dengan kaidah peraturan

bangunan yang disyaratkan, yaitu tidak ada jalan buntu (*dead end*) di dalam bangunan. Penataan ruang pada lingkungan dan bangunan bertingkat terbukti berdampak pada penggunaannya seperti *wayfinding*, privasi dan efisiensi operasional (Geng, et al., 2021).

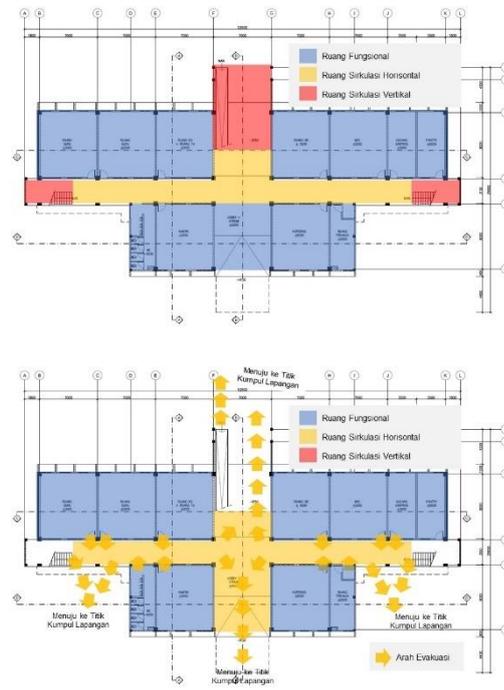


Gambar 10. (a) Identifikasi kategori fungsi ruang lantai 2.
(b) Identifikasi jalur sirkulasi dan evakuasi darurat lantai 2.

Sumber: Olahan penulis, 2022.

Gambar 10 di atas menunjukkan konfigurasi ruang di lantai 2 yang memiliki pola yang hampir sama dengan lantai 3. Bangunan SMP Kanisius yang terdiri dari 3 lantai ini memiliki konfigurasi jalur sirkulasi dan ruang fungsional yang tipikal, sehingga memberikan keuntungan dari sisi aksesibilitas dan keterhubungan jalur sirkulasi baik, yang mana menjadi lebih efektif serta mudah dikenali oleh pengguna bangunan. Arah jalur evakuasi adalah ke koridor lalu ke

angga atau *ramp*, yang semuanya diarahkan untuk turun ke lantai 1.



Gambar 11. (a) Identifikasi kategori fungsi ruang lantai 1.
(b) Identifikasi jalur sirkulasi dan evakuasi darurat lantai 1.

Sumber: Olahan penulis, 2022.

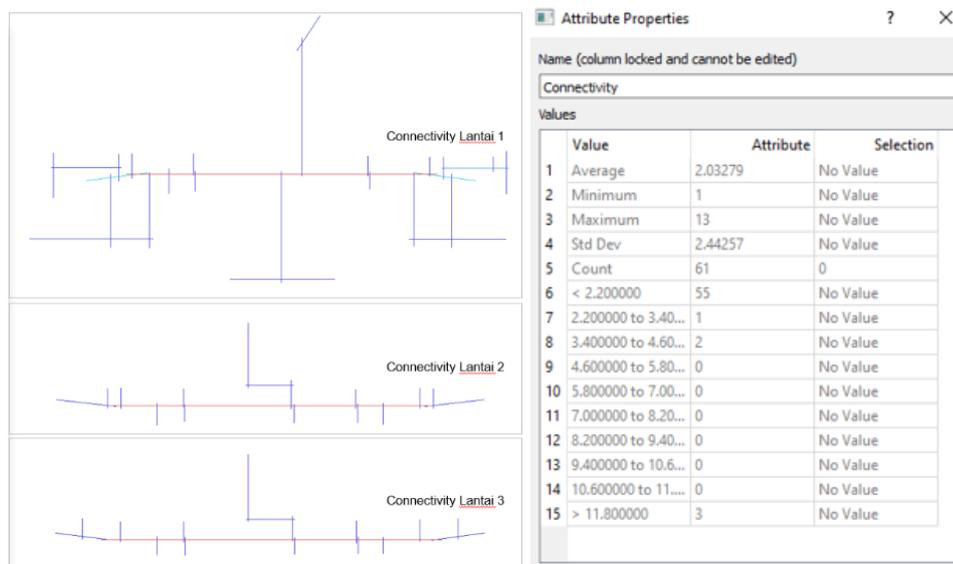
Gambar 11 di atas memberikan informasi tentang pola konfigurasi ruang dan jalur evakuasi bangunan di lantai 1 atau merupakan lantai paling dasar yang langsung terhubung dengan titik kumpul evakuasi di depan serta belakang bangunan. Pola jalur evakuasi dalam bangunan memiliki konfigurasi yang serupa dengan lantai 2 dan 3, dengan terdapat jalur akhir evakuasi yaitu pada kedua ujung koridor tengah yang memiliki arah keluar (*exit*) seperti terlihat pada Gambar 1. Seluruh tanda panah keluar dari bangunan tersebut mengarahkan pengguna bangunan untuk menuju ke titik kumpul (*assembly point*) pada area luar bangunan yang pada kondisi normal digunakan sebagai area parkir kendaraan.

Analisis Tingkat Konektivitas (*Connectivity*) Jalur Evakuasi pada Rancangan Bangunan

Tahap selanjutnya dari identifikasi jalur evakuasi adalah melakukan analisis keterhubungan atau konektivitas (*connectivity*) dari rangkaian jalur tersebut. Untuk itu digunakan metode Space Syntax dengan menggunakan *software* DepthmapX sebagai alat bantu. *Software* ini adalah perangkat lunak tidak berbayar (*open source*) yang dikembangkan oleh University College London (UCL) <https://www.ucl.ac.uk/bartlett/architecture/research-projects/space-syntax-laboratory>, dan *software* DepthmapX yang dapat diunduh melalui : <https://varoudis.github.io/depthmapX/> untuk membantu melakukan analisis

konfigurasi spasial, baik skala makro (kawasan) maupun mikro (bangunan).

Pertama, dari denah yang ada dilakukan *tracing* pada ruang-ruang yang merupakan jalur evakuasi, yaitu koridor, tangga, serta *ramp*. *Tracing* dilakukan menggunakan *software* AutoCAD dengan menggunakan elemen *line*, sehingga antar satu gris dengan lainnya merupakan komponen yang berbeda namun bersinggungan. Selanjutnya *file* diekspor menjadi *file* .dxf, dan diimpor ke dalam DepthmapX sebagai *Axial Line*. Tahapan selanjutnya adalah proses melakukan *running connectivity* dan integrasi dari konfigurasi jalur evakuasi oleh *software* yang hasil akhirnya didapatkan hasil seperti pada gambar berikut.



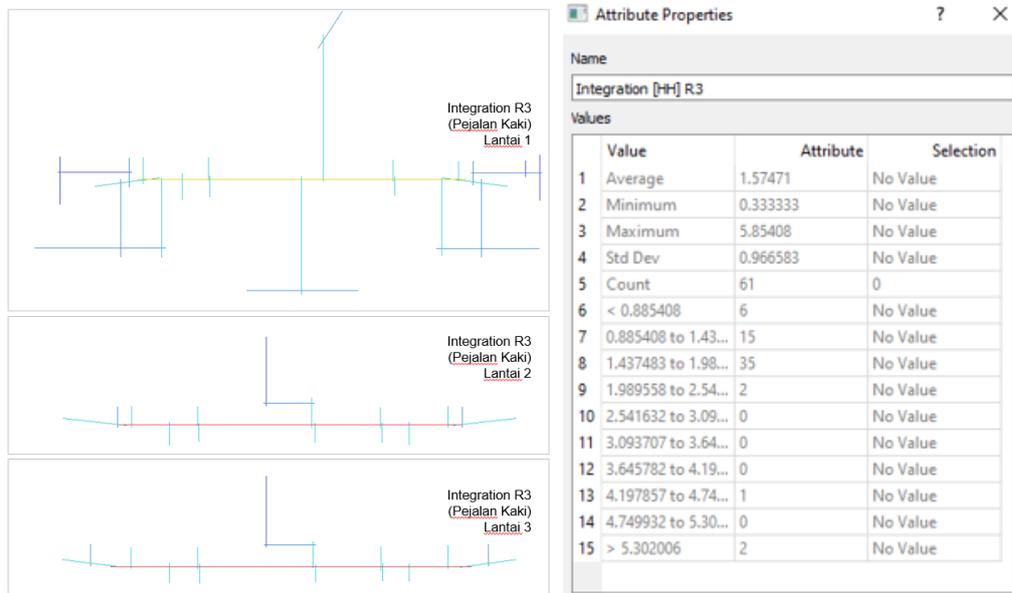
Gambar 12. Hasil analisis *connectivity axial line* jalur evakuasi lantai 1,2 dan 3.
Sumber: Analisis penulis, 2022

Gambar 12 di atas menunjukkan tingkat keterhubungan dari konfigurasi jalur evakuasi bangunan, pada lantai 1,2 dan 3, dengan tabel pada sisi kiri yang menunjukkan nilainya. Nilai minimum jalur yang terhubung adalah 1, maksimum 13, dan nilai rata-rata adalah 2,03. Artinya bahwa pada konfigurasi ini terdapat jalur yang hanya terhubung

dengan satu jalur lainnya, dan ada satu jalur yang terhubung dengan 13 jalur lainnya. Nilai tertinggi adalah koridor (berwarna merah), yang menjadi *hub* dan akses sirkulasi horizontal utama, sedangkan nilai terendah ada di setiap jalur akses dari ruang fungsional, yang ketika kondisi darurat, pengguna bangunan diarahkan untuk segera

meninggalkan ruang fungsional dan menuju titik aman melalui koridor dan atau ruang sirkulasi. Pada ketiga lantai terdapat 61 elemen konfigurasi yang terpetakan, dimana hal ini

menunjukkan ada 61 segmen ruang sirkulasi sebagai akses, baik pendek (seperti akses dari fungsional menuju koridor), maupun panjang (area koridor sepanjang bangunan tersebut).

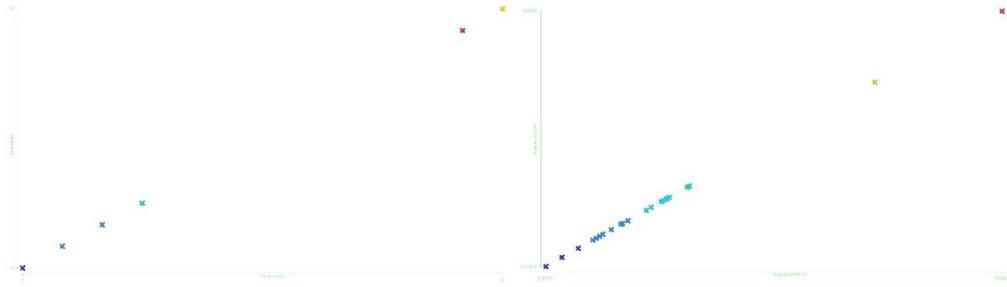


Gambar 13. Hasil analisis *integration R3* (pejalan kaki) *axial line* jalur evakuasi lantai 1,2 dan 3.

Sumber: Analisis penulis, 2022.

Gambar 13 di atas memberikan informasi tingkat integrasi dari konfigurasi *axial line* yang mewakili keberadaan jalur evakuasi pada bangunan lantai 1,2 dan 3. Integrasi dapat dipahami juga sebagai tingkat kemenyatuan dari seluruh konfigurasi garis, sehingga dapat merepresentasikan informasi menyeluruh terhadap sebuah jaringan, yang dalam hal ini adalah jalur evakuasi. Tabel numerik di sebelah kiri gambar menunjukkan nilai minimum adalah 0,33, nilai maksimum adalah 5,85, dan nilai rata-rata adalah 1,57. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat satu

ruang koridor evakuasi yang memiliki tingkat kemenyatuan dengan seluruh konfigurasi jalur yang hanya sebesar 0,33 sebagai nilai terendah, dimana ini terdapat pada jalur berwarna biru tua, pada ujung-ujung bangunan. Sedangkan nilai tertinggi 5,85 ditunjukkan pada jalur berwarna merah yang merupakan jalur koridor utama sebagai penghubung dari seluruh konfigurasi jalur evakuasi pada lantai yang sama. Secara rata-rata nilai integrasi 1,57 dari rancangan bangunan memiliki nilai cukup (lebih dari 1,00) meskipun masih banyak segmen yang memiliki nilai minim (berwarna biru).



Gambar 14. Hasil distribusi nilai *connectivity* dan *integration axial line* jalur evakuasi (*Scattered Plot*).

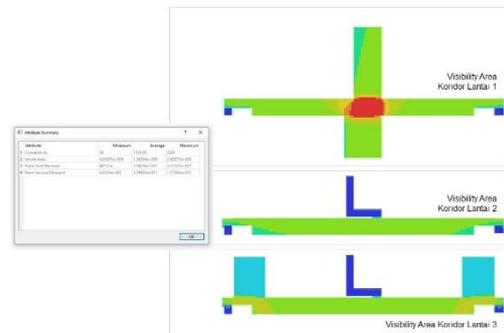
Sumber: Analisis penulis, 2022.

Gambar 14 adalah *scattered chart*/grafik penyebaran yang menunjukkan distribusi nilai *connectivity*, *integration*, serta hubungan antara kedua variabel tersebut. Dapat dilihat bahwa baik distribusi *connectivity* maupun *integration*, serta *scatter chart integration vs connectivity* didominasi warna biru, dengan ada sejumlah kecil titik yang berwarna merah.

Analisis Tingkat Keterlihatan (Visibility) Jalur Evakuasi pada Rancangan Bangunan

Tahap selanjutnya adalah melakukan analisis tingkat keterlihatan (*visibility*), menggunakan simulasi Visibility Graph Analysis. Dari denah ruang koridor yang ada di AutoCAD, dilakukan tracing untuk mendapatkan *close boundary object* yang hanya ruang jalur evakuasi saja tanpa ruang fungsional, yaitu koridor (sirkulasi horizontal), serta tangga dan ramp (sirkulasi vertikal). File diekspor menjadi *.dxf*, lalu diimpor ke DepthmapX dan diubah menjadi *convex map* dengan grid sebesar 0,5 meter. Besaran grid akan menentukan tingkat detail dari simulasi, dan semakin kecil grid maka akan semakin detail, begitu pula sebaliknya. Setelah modelling selesai, digunakan tools “Run Visibility Graph Analysis” yang digunakan untuk mendapatkan informasi *visibility* dari konfigurasi ruang sirkulasi yang dimasukkan,

seperti terlihat pada Gambar 15 berikut ini:



Gambar 15. Hasil analisis tingkat keterlihatan area (*visibility graph*) dengan Convex Map dengan grid 0,5 m.

Sumber: Olahan penulis, 2022

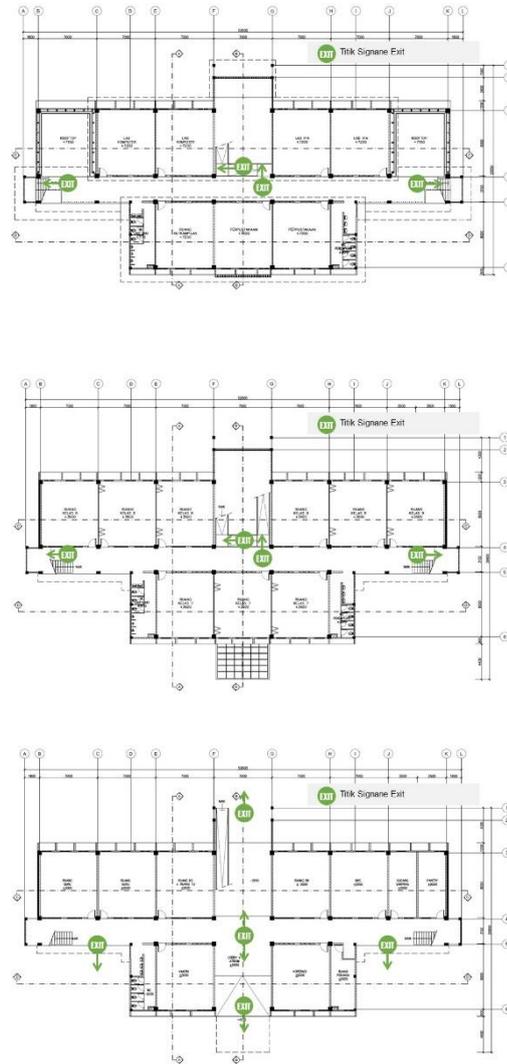
Pada sebelah kanan terdapat 3 (tiga) gambar hasil analisis lantai 1, 2, dan 3 bangunan. Warna-warna tersebut menunjukkan nilai. Warna merah bernilai tinggi kuning-hijau sedang, dan biru adalah nilai rendah. Nilai kuantitatifnya ditunjukkan pada tabel di sebelah kiri gambar pada baris nilai Isovist Area. Nilai terendah 2,80877e+008, nilai tertinggi 4,95975e+006, serta nilai rata-rata 1,38304e+008. Pada lantai satu terdapat area dengan visibilitas yang sangat tinggi yaitu pada persimpangan tengah koridor evakuasi utama, atau dalam fungsinya sehari-hari, selain sebagai koridor sirkulasi juga menjadi bagian dari area *hall* utama. Hal ini sesuai dengan prinsip bahwa pintu masuk dan

keluar bangunan harus berhubungan dengan kedua struktur khususnya pada bangunan umum (El-Darwish, 2022). Nilai terendah berwarna biru terletak pada kedua ujung tangga serta *ramp*. Dengan posisi yang berada di ujung ruang yang sempit dan berbelok, maka pada analisis terbaca sebagai ruang dengan keterlihatan yang rendah. Koridor tengah di lantai 2 dan 3 memiliki tingkatan nilai yang berimbang (berwarna hijau) yang dalam hal ini dikarenakan keduanya berada pada posisi sentral meskipun memiliki keterbatasan akses keluar yang hanya menuju pada kedua arah saja.

Analisis Titik Potensial untuk Penanda (*Signage*) Evakuasi pada Rancangan Bangunan

Hasil dari analisis keterhubungan (*connectivity*), kenyamanan (*integration*), serta keterlihatan (*visibility*) tersebut dapat digunakan untuk menjadi salah satu dasar dalam menentukan titik-titik penanda arah evakuasi keluar gedung. Tujuan evakuasi darurat adalah untuk meminimalkan total waktu evakuasi untuk semua orang. Perilaku manusia dalam kebakaran terutama dipelajari melalui evaluasi insiden dan eksperimen kehidupan nyata, seperti latihan evakuasi mendadak (Kobes, et al., 2010). Kelompok jalur evakuasi yang optimal, waktu evakuasi dan jumlah jalur evakuasi dalam jaringan evakuasi dapat diperoleh melalui pemutakhiran jaringan evakuasi secara konstan dan pencarian rute optimal secara iteratif (Liu, Mao, & Fu, 2016). Performa koridor, tangga, dan *ramp* sebagai jalan keluar perlu didukung dengan kemudahan pengguna bangunan dalam mengetahui posisi serta arah kemana mereka harus mengambil jalan, terutama pada saat

kondisi darurat bahaya kebakaran atau gempa bumi.



Gambar 16. Hasil analisis *plotting signage emergency exit* berdasar pertimbangan konfigurasi jalur evakuasi, konektivitas (*connectivity*), integrasi (*integration*) serta keterlihatan (*visibility*).

Sumber : Olahan penulis, 2022

Pada lantai 2 dan 3, penanda jalur keluar darurat (*signage emergency exit*) direkomendasikan untuk diletakkan pada:

1. Kedua ujung koridor yang mengarahkan ke tangga turun.
2. Posisi tengah koridor yang mengarahkan ke ramp turun.

Sedangkan pada lantai 1, penanda diletakkan pada:

1. Kedua ujung bawah tangga yang juga berada di kedua ujung koridor panjang, dimana mengarahkan ke titik kumpul darurat di area parkir depan bangunan.
2. Tengah persimpangan koridor yang menunjukkan arah keluar ke kedua sisi pendek koridor.
3. Kedua ujung koridor pendek, dimana mengarahkan ke titik kumpul darurat di depan bangunan dan di belakang bangunan.

Peletakan penanda harus pada level mata manusia yaitu 1,5 sampai dengan 2 meter, sehingga mudah untuk dilihat serta dirancang dengan warna dan bentuk yang mudah dilihat, sesuai dengan standar peraturan bangunan gedung yang berlaku.

Kesimpulan

Ketiga tahapan analisis di atas berfokus untuk menuju ke tujuan, yaitu metode optimalisasi rancangan jalur evakuasi darurat pada bangunan bertingkat. Tahap pertama analisis konfigurasi ruang dan sirkulasi melalui analisis konektivitas (*connectivity*) serta integrasi (*integration*) pada bangunan gedung bertingkat, dilanjutkan dengan analisis keterlihatan dengan metode *visibility graph analysis*, menghasilkan identifikasi area yang relatif ideal untuk menjadi jalur evakuasi serta ditempatkan penanda darurat (*emergency exit signage*). Perancangan Gedung SMP Kanisius Kalasan yang menjadi studi kasus, telah berada pada fase akhir, dan akan dimulai pelaksanaan konstruksi dalam waktu dekat, dimana sebagai bangunan publik, maka keselamatan pengguna menjadi prioritas yang utama. Ketiga tahapan analisis telah menunjukkan tinjauan

dari aspek keselamatan, khususnya untuk kondisi darurat pada bangunan, yang mana dapat menjadi masukan bagi pihak-pihak terkait (Yayasan SMP Kanisius), praktisi atau akademisi terkait dengan metode analisis, serta masyarakat luas yang tertarik dengan isu keselamatan bangunan.

Kesimpulan yang dapat ditarik adalah sebagai berikut:

1. Hasil analisis dari simulasi spasial *connectivity* dan *integration* menunjukkan bahwa Rancangan Gedung SMP Kanisius Kalasan ini telah memiliki tingkat keterhubungan, dan kenyamanan dengan nilai yang baik. Hal ini salah satunya dikarenakan desainnya yang menerapkan konfigurasi koridor sentral yang terletak di tengah ruang-ruang fungsional, dengan kedua ujung dan tengahnya terhubung dengan akses vertikal berupa tangga dan ramp. Dengan konfigurasi ini sirkulasi baik kondisi normal maupun darurat akan relatif lebih aman dan nyaman bagi pengguna bangunan.
2. Hasil analisis *Visibility Graph* menunjukkan bahwa pada koridor lantai 2 dan 3 koridor memiliki tingkat keterlihatan yang sedang meskipun di lantai 1 memiliki nilai tinggi. Hal ini dapat diatasi dengan mendesain koridor yang terbuka, dimana koridor tidak tertutup dinding penuh, namun hanya sebatas penghalang akses setinggi 1 sampai 1,2 meter, sehingga visibilitas pengguna dapat lebih baik dan lega.
3. Posisi peletakan penanda jalur keluar darurat (*emergency exit*) diberikan sebagai panduan minimal. Jika dirasa perlu, dapat juga ditambahkan titik-titik penanda darurat pada ruang-ruang lain yang membutuhkan.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada Fakultas Arsitektur dan Desain Universitas Kristen Duta Wacana sebagai penyedia dana penelitian, tim penelitian, Yayasan SMP Kanisius Kalasan, tim perencana, dan seluruh pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini sehingga dapat selesai dengan baik dan lancar.

Daftar Pustaka

- AL-Mohannadi, A., Furlan, R., & Major, M. D. (2020). A Cultural Heritage Framework for Preserving Qatari Vernacular Domestic Architecture. *Sustainability*, *12*(18), 1-26. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12187295>
- Andre, I. (2019, July 06). <https://insinyurbangunan.com>. Retrieved September 2022, from <https://insinyurbangunan.com/tanggad-darurat/>
- Askarizad, R., & Safari, H. (2020). Investigating the role of semi-open spaces on the sociability of public libraries using Space Syntax (Case Studies: Sunrise Mountain and Desert Broom Libraries, Arizona, USA). *Ain Shams Engineering Journal*, *11*(1), 253-264. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.09.007>
- Design Center FAD. (2022). *Gambar Detail Engineering Design (DED) Arsitektur SMP Kanisius Kalasan (Dokumen Perancangan, Design Center Fakultas Arsitektur dan Desain UKDW. 2022. Tidak dipublikasikan).*
- Devi, P., & Rahman, A. (2012). *Perancangan Sistem Deteksi Posisi Penghuni pada Proses Evakuasi Gedung Bertingkat dengan Teknologi RFID*. Surabaya: Jurusan Teknik industri FTI ITS.
- El-Darwish, I. I. (2022). Enhancing outdoor campus design by utilizing space syntax theory for social interaction locations. *Ain Shams Engineering Journal*, *13*(2022), 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.06.010>
- Geng, S., Chau, H.-W., Yan, S., Zhang, W., & Zhang, C. (2021). Comparative analysis of hospital environments in Australia and China using the space syntax approach. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, *39*(3), 525-546. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJBPA-04-2020-0031>
- Germanaite, I. E., Zaleckis, K., Butleris, R., & Lopata, A. (2022). General spatial pattern and meta-pattern model for problems that need analytical approach in complex spatial systems. *Applied Sciences*, *12*(1), 1-20. DOI: <https://doi.org/10.3390/app1210302>
- Jeon, G.-Y., Na, W.-J., Hong, W.-H., & Lee, J.-K. (2019). Influence of design and installation of emergency exit signs on evacuation speed. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, *18*(2), 104-111. DOI: <https://doi.org/10.1080/13467581.2019.1599897>
- Kobes, M., Helsloot, I., Vries, B. d., & Post, J. (2010). Exit choice, (pre-)movement time and (pre-)evacuation behaviour in hotel fire evacuation — Behavioural analysis and validation of the use

- of serious gaming in experimental research. *Procedia Engineering*, 3, pp. 37-51. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2010.07.006>
- Liu, C., Mao, Z.-l., & Fu, Z.-m. (2016). Emergency evacuation model and algorithm in the building with several exits. *Procedia Engineering*, 135, pp. 12-18. ScienceDirect. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.01.072>
- Liu, R., Jiang, D., & Lei, S. (2016). Agent-based simulation of alternative classroom evacuation scenarios. *Frontiers of Architectural Research*, 5(1), 111-125. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foar.2015.12.002>
- Mantalean, V. (2019, November 18). *megapolitan.kompas.com*. Retrieved September 2022, from <https://megapolitan.kompas.com/read/2019/11/18/19441931/smk-yadika-6-terbakar-14-orang-lompat-dari-gedung>
- Sanni-Anibire, M. O., Hassanain, M. A., Mahmoud, A. S., & Ahmed, W. (2018). An evaluation of the functional performance of research and academic laboratories using the space syntax approach. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 36(5), 516-528. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJBPA-04-2018-0028>
- Seftyarizki, D., Ramawangsa, P. A., & Saputri, D. O. (2019). Evaluasi jalur evakuasi bencana kebakaran pada sirkulasi Gedung Serbaguna UNIB. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 3(1), 1-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.12962/j26151847.v3i0.5186>
- Snopková, D., Cock, L. D., Juřík, V., Kvarda, O., Tancoš, M., Herman, L., & Kubíček, P. (2023). Isovists compactness and stairs as predictors of evacuation route choice. *Scientific Reports*, 13(2970). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29944-8>
- Wisnubrata, Sodikin, A., & Sukamta, D. (2016, May 27). <https://regional.kompas.com/>. Retrieved September 2022, from <https://regional.kompas.com/read/2016/05/27/10074351/bukan.gempa.tetapi.bangunan.yang.membunuh.yogyakarta?page=all>
- Yamu, C., Nes, A. v., & Garau, C. (2021). Bill Hillier's legacy: Space Syntax—A synopsis of basic concepts, measures, and empirical application. *Sustainability*, 13(6), 1-25. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13063394>
- Zerouati, W., & Bellal, T. (2020). Evaluating the impact of mass housings' in-between spaces' spatial configuration on users' social interaction. *ScienceDirect*, 9(1), 34-53. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.05.005>
- Zhang, J., Guo, J., Xiong, H., Liu, X., & Zhang, D. (2019). A framework for an intelligent and personalized fire evacuation management system. *Sensors*, 19(14), 1-19. DOI: <https://doi.org/10.3390/s19143128>
- Zheng, H., Zhang, S., Zhu, J., Zhu, Z., & Fang, X. (2022). Evacuation in buildings based on BIM: Taking a fire in a university library as an example. *International Journal of*

Environmental Research and Public Health, 19(23), 1-21. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph192316254>

Zhu, K.-j., & Shi, Q. (2016). Experimental study on choice behavior of pedestrians during building evacuation. *Procedia Engineering*, 135(2016), 207-216. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.01.110>