

WAYFINDING DAN AKSESIBILITAS INKLUSIF DI SITUS RATU BOKO: INTEGRASI SIMULASI SPASIAL DAN DESAIN INTERPRETATIF

*(Inclusive Wayfinding and Accessibility at the Ratu Boko Site:
Integration of Spatial Simulation and Interpretive Design)*

Jessica Fitriani Putri¹; Vincentia Reni Vitasurya²; Emmelia Tricia herliana³

¹ Program Magister Arsitektur, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

^{2,3} Departemen Arsitektur Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

¹jessica.putri88@gmail.com

Abstract

Wayfinding and Inclusive Accessibility at the Ratu Boko Site: Integration of Spatial Simulation and Interpretive Design Understanding of visitor paths is a problem that appears prominent when tourists visit the Ratu Boko site area, with the condition of the site located on steep hills and a fairly wide expanse, without setting the path, visitors can start the journey from any side of the site so that understanding will be less precise about the spatial experience within the site. This paper evaluates the effectiveness of the existing wayfinding system and formulates recommendations to improve accessibility and understanding of the site, including for visitors with disabilities with a SHAPE-based navigation system approach and Wayfinding Questionnaire at the Ratu Boko site. The method used is Mixed Method where data collection of real field conditions is obtained through field observations, this research opens up opportunities for deeper analysis for spatial simulations that can be done with QGIS, while user preferences are obtained through surveys. The limitation of construction and development in accordance with regulations is a challenge that must be resolved in this paper. The survey results show that 91% of respondents rated the current wayfinding system as inadequate, and 78% did not find the path safe for disabled users.

Keywords: wayfinding, QGIS, ratu boko, SHAPE, accessibility, information board

Abstrak

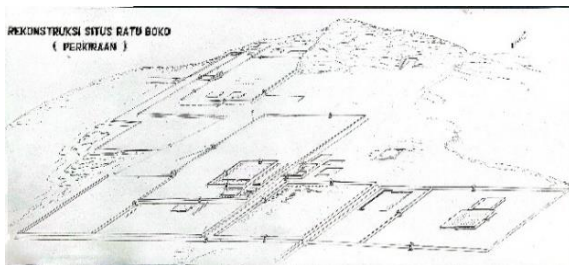
Pemahaman jalur pengunjung merupakan masalah menonjol ketika wisatawan mengunjungi Kawasan Situs Ratu Boko, Lokasi situs yang berada di atas bukit menghadirkan tantangan navigasi, terutama karena minimnya peta interpretative dan Keterbatasan akses bagi difabel. Tanda arah tanpa pengaturan jalur dapat mempengaruhi pemahaman dan pengalaman meruang dalam situs. Pendekatan yang digunakan meliputi SHAPE (*Spatial Human Accessibility Planning and Evaluation*), survei *Wayfinding Questionnaire* (WQ), dan analisis spasial dengan QGIS. Metode yang digunakan adalah *Mixed Method* dimana pengumpulan data kondisi nyata lapangan didapat melalui observasi lapangan, sementara preferensi pengguna diperoleh melalui survei. Batasan pembangunan dan pengembangan sesuai regulasi merupakan tantangan yang harus diselesaikan. Hasil survei menunjukkan bahwa 91% responden menilai sistem petunjuk arah saat ini tidak memadai, dan 78% tidak menemukan jalur yang aman untuk pengguna difabel. Hasil simulasi SHAPE dan pemetaan spasial menunjukkan bahwa hanya jalur E–A yang inklusif, sementara zona inti terhambat oleh elevasi dan tangga. Disarankan intervensi non-permanen seperti papan portabel, QR Code informatif, dan jalur berpemandu adaptif guna mendukung aksesibilitas serta konservasi. Rekomendasi difokuskan pada penguatan elemen visual, teknologi informasi, dan pengembangan jalur akses umum dan difabel sesuai regulasi cagar budaya.

Kata kunci: wayfinding, QGIS, Ratu Boko, SHAPE, aksesibilitas, papan informasi

Pendahuluan

Situs Ratu Boko merupakan kawasan cagar budaya yang berada di atas perbukitan dengan lanskap yang cukup menantang dari sisi navigasi. Permasalahan utama yang sering dihadapi pengunjung adalah tidak tersedianya sistem penunjuk arah (*wayfinding*) yang memadai. Ketiadaan peta interpretatif, kurangnya penanda arah antar area, serta minimnya aksesibilitas untuk difabel menjadi hambatan utama dalam mengoptimalkan pengalaman pengunjung. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi jalur optimal dan aksesibilitas berbasis pendekatan SHAPE, serta mendukung sistem informasi ruang berbasis digital maupun fisik melalui integrasi QGIS dan *Wayfinding Questionnaire* (WQ).

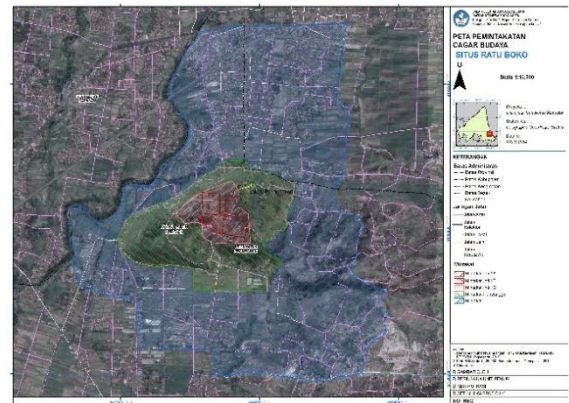
Untuk pelestarian situs Ratu Boko secara menyeluruh perlu dibuat perencanaan yang jelas, baik sasaran, metode, maupun durasi waktunya. Atas dasar sisa-sisa bangunan yang belum digugar dan kondisi lahannya maka telah dibuat suatu rencana pemugaran situs Ratu Boko selama Repelita VI yang dimulai dari tahun terakhir Repelita V, seperti tabel berikut ini dan tampak di gambar 1.



Gambar 1: Rencana Rekonstruksi Situs Ratu Boko
(Sumber: BPK)



Gambar 2. Kondisi Eksisting Situs Ratu Boko
Minim Informasi jalur Pengunjung
(Sumber: BPK)



Gambar 3. Peta Zoning kawasan Situs Ratu Boko
(Sumber: BPK)

Dalam UU No. 11 Tahun 2010 Pasal 72 mengatur mengenai penetapan batas-batas keluasan dan pemanfaatan ruang dalam situs dan kawasan berdasarkan kajian, sedangkan Pasal 73 Ayat (3) dan PP 17 tentang system zonasi cagar budaya menyebutkan "Sistem zonasi dapat terdiri dari zona inti, zona penyangga, zona pengembangan, dan/atau zona penunjang". Dapat dilihat di gambar 2. (Pp 17 Zonasi Cagar Budaya, 2024.) Di Pasal 47 ayat (1) tertuang "Setiap orang dilarang mengubah fungsi ruang dan/atau bentuk asli Kawasan Cagar Budaya." Pasal 66 ayat (1) menyebutkan "Pemanfaatan Cagar Budaya tidak boleh mengubah keaslian bentuk, tata letak, dan/atau struktur." (UU Nomor 11 tentang Cagar Budaya, 2010.) Sehingga penataan wayfinding dalam zona 1 memiliki tantangan yang cukup signifikan.

Kondisi tapak yang terjal dengan elevasi curam dan banyak anak tangga berkaitan dengan sejarah didirikannya situs ini sebagai tempat perlindungan, tempat peristirahatan, atau biara juga tidak memungkinkan pengunjung difabel untuk bisa menikmati pengalaman sejarah secara langsung untuk itu diperlukan rekomendasi solusi untuk seluruh pengunjung sebagai perwujudan desain inklusif.

Untuk itu dalam penelitian ini diarahkan untuk Analisa dan rekomendasi pengunjung difabel akan berada di area TWC atau pada zona II / Zona pendukung, sedangkan untuk pengunjung umum akan berada mulai dari zona II hingga zona I (zona inti).

Tabel 1. Repelita V rekonstruksi Situs Ratu Boko

Th. Anggaran	Sasaran	Volume
1993/1994	Pendataan dan penampakungkapkan struktur bangunan: pagar utara dan barat keputren, kolam barat keputren, pemugaran batu keputren I dan II	4.084 m ³
1994/1995	Pendataan dan penampakungkapkan struktur bangunan: Talud utara dan timur laut pendapa	
1995/1996	- Pemugaran pagar Keputren, batu selatan pendapa, talud barat laut pendapa dan talud (Hambarau) I dan II serta talud Pembakaran \n- Konsolidasi dinding kolam	4.283 m ³
	- Pendataan dan penampakungkapkan struktur bangunan talud II, pendapa sisi selatan dan barat \n- Pemugaran talud II pendapa sisi barat dan sisi selatan, pagar, dan lantai sisi timur dan depan gapura barat pendapa	5.019 m ³
1996/1997	- Pendataan dan penampakungkapkan struktur bangunan talud dan tangga sebelah barat pendapa (temuan baru) \n- Pemugaran batu Paseban I dan II serta talud Paseban sisi selatan dan timur	6.119 m ³
1997/1998	- Pendataan dan penampakungkapkan struktur bangunan kolam sebelah timur Candi Pembakaran dan talud barat laut Pendapa (temuan baru) \n- Pemugaran talud (Hambarau) I dan talud III pendapa sisi barat serta talud III (belakang kantor)	7.061 m ³
1998/1999	- Pemugaran Candi Pembakaran, talud pendapa barat laut (temuan baru), umpak dan bangunan dekat triangulasi \n- Konservasi Gua \n- Pembenahan lingkungan	5.649 m ³

Sumber: (Soenarto et al., 1993)

Meskipun perkembangan teknologi digital seperti *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR) telah menghadirkan pendekatan baru dalam sistem *wayfinding* (Wang & Fu, 2021)—khususnya dalam meningkatkan pengalaman kognitif dan interaktif pengunjung—penelitian ini secara sadar memfokuskan kajian pada aspek struktural spasial. Hal ini didasarkan pada pertimbangan bahwa meskipun teknologi AR dan VR merupakan solusi yang menjanjikan, efektivitasnya tetap harus berpijak pada sistem orientasi spasial dasar yang kuat. Navigasi dalam situs cagar budaya sangat dipengaruhi oleh keterbacaan fisik ruang, keterhubungan antar titik, serta struktur informasi visual yang tertanam dalam elemen arsitektural dan lanskap. Oleh karena itu, pendekatan berbasis struktur dianggap lebih sesuai sebagai dasar rekomendasi awal, terutama dalam konteks situs warisan seperti Ratu Boko yang memiliki batasan terhadap intervensi digital permanen.

Beberapa penelitian sebelumnya membahas aspek pariwisata (Nuha, 2020) dan geomorfologi visual di Situs Ratu Boko (Andi, 2023). Namun belum ada studi yang secara khusus membahas sistem *wayfinding* dan aksesibilitas spasial yang bersifat inklusif. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi salah satu kontribusi awal dalam ranah tersebut.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan campuran (*mixed method*) dengan strategi studi kasus untuk mendapatkan gambaran yang komprehensif tentang *wayfinding* di Kraton Ratu Boko melalui survey pihak-pihak yang terlibat di situs mengenai bagaimana tanggapan mereka dalam mengkaji *wayfinding* serta aksesibilitas bagi berbagai kelompok pengunjung situs.

Penelitian ini menggunakan pendekatan gabungan antara SHAPE (*Spatial Human Accessibility Planning and Evaluation*), *Wayfinding Questionnaire* (WQ). SHAPE digunakan untuk menganalisis jalur berbasis bobot gabungan

antara jarak aktual dan penalti medan. Pengaplikasian SHAPE berupa: Perancangan jalur ramah difabel di lingkungan bersejarah atau urban, Simulasi aksesibilitas untuk lansia atau pengguna kursi roda, Evaluasi spasial berdasarkan topografi + hambatan mobilitas, Validasi perencanaan kawasan dari sudut pandang pengguna *non-standart*. (Schwartz, 2021)

WQ digunakan untuk mengukur persepsi navigasi pengunjung, sedangkan QGIS digunakan untuk membuat overlay kontur, peta elevasi, dan simulasi spasial. Lokasi dan Partisipan Penelitian dilakukan di Kraton Ratu Boko dengan partisipan yang terdiri dari pengunjung, pemandu wisata, dan pengelola situs. (QGIS Desktop 3.28 User Guide QGIS Project, 2024)

1. SHAPE

Langkah yang akan dilakukan dalam pemetaan SHAPE dengan data yang didapat dari *Google Earth*:

- i. Menentukan *Node* dan *Edge*
- ii. Pembobotan Jalur
Pembobotan akan dilakukan dengan cara:
 - Bobot = Jarak + Penalti Aksesibilitas
 - Penalti aksesibilitas = 0 (aksesibel), 30 (bercampur), atau 60 (terjal/ kasar)
- iii. Membuat matriks bobot antar titik dan Visual SHAPE dalam diagram graf jaringan
- iv. Mensimulasikan jalur untuk dua tipe pengguna
 - Difabel (prioritaskan bobot ringan dan akses landai)
 - Umum (boleh tangga/ kontur)
- v. Merekomendasikan desain dan visualisasi

2. Survei *Wayfinding Questionnaire* (WQ)

Penelitian ini menggunakan instrumen survei berupa *Wayfinding Questionnaire* (WQ) yang terdiri dari 22 item pertanyaan untuk menilai pengalaman pengunjung terhadap:

- Orientasi lokasi
- Kejelasan petunjuk arah
- Pemahaman ruang situs
- Kemudahan navigasi visual & spasial

Pengambilan sampling dilakukan dengan menggunakan kalkulator survei *calculator.io* berdasar data pengunjung

harian dari Balai Pelestarian dengan pengaturan sebagai berikut:

- Tingkat kepercayaan: 85%
- *Margin error*: 15%
- Proporsi Populasi: 50%
- Estimasi kunjungan harian 300–500 orang (diasumsikan ± 400 orang). Maka didapatkan jumlah sampel adalah 23 orang per hari.

Dalam perhitungan ideal perhitungan *sampling* biasanya berdasarkan *margin of error* 5% dan tingkat kepercayaan 95%, dengan Batasan tersebut maka diperlukan jumlah responden minimal 384 orang, namun penelitian ini menggunakan pendekatan *non-probability purposive sampling* yang umum digunakan dalam studi eksploratif berbasis persepsi. Maka dipilih 23 responden dari kelompok pengunjung aktual dengan latar belakang dan kebutuhan navigasi yang beragam, untuk mewakili keragaman pengalaman *wayfinding* di lokasi. Penelitian ini menggunakan *purposive sampling* sebagaimana lazim diterapkan dalam studi persepsi spasial dan desain eksplanatori (Etikan et al., 2016) (Creswell, 2014) Jumlah responden yang relatif kecil tetap dianggap valid dalam konteks ini karena penelitian tidak bertujuan untuk generalisasi statistik, melainkan eksplorasi kedalaman pengalaman navigasi pengunjung (Guest et al., 2006). Metode ini digunakan untuk menggali kedalaman persepsi secara langsung, bukan untuk generalisasi statistik penuh, sehingga tetap dapat menghasilkan temuan yang valid secara kontekstual dan relevan untuk studi berbasis desain. Pengumpulan Data Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara mendalam dengan partisipan, dan survei yang disebarakan kepada pengunjung, dan kajian literatur serta regulasi konservasi yang berkaitan dengan *wayfinding*, aksesibilitas dan arsitektut inklusi dengan responden berdasar rentang usia 4 tahun sampai dengan 65 tahun dengan pembatasan kelompok difabel anak-anak, lansia, ibu hamil, tuna rungu, tuna wicara, tuna daksa.

Dalam penyusunan kesimpulan mengenai penataan *wayfinding* dilakukan dengan pendekatan arsitektur inklusif dalam kerangka regulasi cagar budaya.

3. Simulasi Spasial dengan QGIS

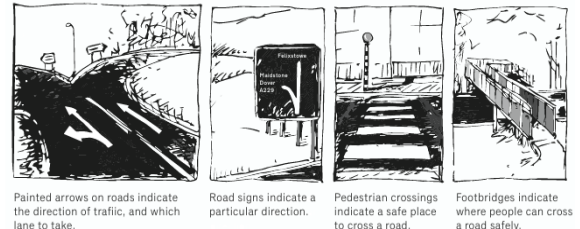
QGIS digunakan secara luas sebagai alat bantu analisis spasial karena kemampuannya untuk menggabungkan data kontur, elevasi, dan zonasi. Namun dalam penelitian ini, proses serupa dilakukan secara manual untuk menghindari ketergantungan pada perangkat lunak, sekaligus memastikan setiap asumsi spasial dapat dijelaskan secara transparan. Penilaian bobot jalur, pembacaan elevasi dari *Google Earth*, serta penyesuaian kontur secara logis sudah mencerminkan prinsip kerja QGIS dalam konteks sederhana (Montello, 2005)

Langkah-Langkah Simulasi QGIS Secara Manual:

1. Pemetaan Lokasi
Menentukan titik-titik penting (A–J) berdasarkan observasi langsung dan citra *Google Earth*.
Titik koordinat dan jarak antar titik dicatat secara presisi untuk membentuk jaringan graf.
2. Analisis Topografi
Mengamati elevasi dan kemiringan area di *Google Earth* (profil elevasi dan tangga)
Memberikan penalti bobot manual terhadap jalur curam, tangga, dan area berbatu, serupa dengan *slope analysis* pada QGIS.
3. Pembuatan *Overlay* Jalur
Menyusun jalur optimal secara logis dari hasil simulasi SHAPE berdasarkan gabungan data: panjang jalur + penalti akses.
Visualisasi dilakukan dalam bentuk graf dan tabel manual, menggantikan *layer visual* di QGIS
4. Simulasi Zona Akses dan Rekomendasi Jalur
Membagi zona: aman untuk difabel (zona II: E–A) dan tidak aman (zona inti).
Menyusun layer konsep zona secara manual menggunakan peta dasar dari *Google Earth*.

Meskipun simulasi spasial dalam penelitian ini tidak menggunakan pemrosesan digital penuh berbasis

perangkat lunak QGIS, proses pemetaan dilakukan secara manual melalui interpretasi kontur topografi dari *Google Earth* dan *cross-check* visual medan di lapangan. Pendekatan ini didukung oleh prinsip bahwa dalam studi eksploratif spasial dengan keterbatasan data geospasial resolusi tinggi, penggunaan metode visual-verifikasi masih dianggap valid sebagai teknik observasi



Gambar 4. Contoh solusi wayfinding
(Sumber: (Jeffrey, 2004))

spasial kualitatif (Goodchild, 2007), (Chalmers & Vervoort, 2019). Selain itu, teknik ini relevan dalam konteks lokasi konservasi, di mana penggunaan sensor aktif, drone, atau pemindaian LIDAR tidak selalu memungkinkan.

Kajian Teori

Wayfinding

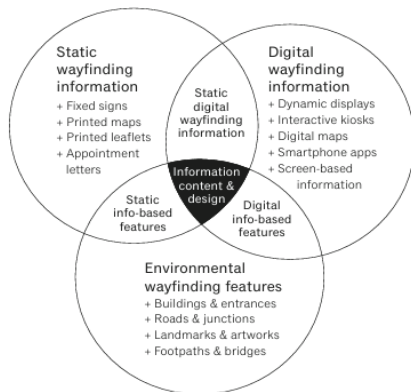
Definisi dan Konsep *Wayfinding* adalah proses yang melibatkan orientasi dan navigasi di lingkungan fisik. Menurut penelitian Passini, *wayfinding* mencakup penggunaan tanda-tanda, peta, landmark, dan elemen arsitektur untuk membantu individu menemukan jalan mereka (Passini, 1996)

Studi kasus sebelumnya Studi tentang *wayfinding* di situs cagar budaya lainnya menunjukkan bahwa elemen-elemen visual seperti tanda-tanda dan peta sangat penting untuk membantu pengunjung menavigasi situs yang kompleks (Rangkuti, 2003).

Kevin Lynch menekankan bahwa manusia memahami lingkungan melalui lima elemen utama: jalur, batas, distrik, titik fokus, dan landmark. Jalur adalah rute yang digunakan orang untuk berpindah, seperti jalan atau rel kereta. Batas merupakan pemisah antara dua area. Distrik adalah wilayah dengan karakteristik seragam. Titik fokus berfungsi sebagai orientasi utama, misalnya persimpangan penting. Landmark menjadi titik referensi visual yang mudah dikenali, seperti menara atau monumen. (Kevin Lynch, 1960.)

Menurut Arthur dan Passini, *Wayfinding* adalah proses navigasi yang terdiri dari tiga langkah utama: memilih arah, bergerak sesuai keputusan, dan memahami informasi lingkungan untuk menyesuaikan perjalanan. (Passini, n.d.)

Konten informasi dan desain memiliki peran utama dalam sistem *wayfinding*, baik yang bersifat statis (seperti tanda dan peta tetap) maupun dinamis (seperti navigasi digital). Dengan desain yang tepat, orang dapat lebih mudah memahami dan mengikuti arah yang diberikan yang dapat dilihat di gambar 4 dan 5. (Jeffrey, 2004)



Gambar 5. Hubungan Konten dinamis dan statis dalam mempengaruhi pengambilan Keputusan
(Sumber: (Jeffrey, 2004))

Meskipun teori *wayfinding* oleh Lynch (1960) (Kevin Lynch, n.d.) dan Passini (1996) (Arthur & Passini, 1992) telah banyak digunakan untuk memahami navigasi ruang, sedikit penelitian yang menggabungkan pendekatan spasial berbasis graf (seperti SHAPE) dengan evaluasi pengalaman pengguna melalui instrumen *Wayfinding Questionnaire* (WQ), terutama dalam konteks situs bersejarah yang memiliki keterbatasan pengembangan fisik. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan menggabungkan analisis spasial dan persepsi pengguna secara integratif.

Inklusivitas dalam Arsitektur

Inklusivitas dalam desain mengacu pada penciptaan lingkungan yang dapat diakses dan digunakan oleh semua orang tanpa memandang usia, kemampuan, atau latar belakang. *Center for Universal Design* mendefinisikan desain universal sebagai "perancangan produk dan lingkungan yang dapat digunakan oleh semua orang, sejauh

mungkin, tanpa perlu adaptasi atau desain khusus". (Connell et al., 1997)

Wayfinding inklusif mencakup strategi multisensori: jalur taktil untuk tunanetra, jalur landai dan ruang sirkulasi untuk pengguna kursi roda, papan tanda dengan kontras tinggi, dan piktogram yang diakui secara universal. menekankan perlunya sistem yang mendukung akses fisik dan kognitif. (Golledge et al., 1999.)

Dalam buku *Inclusive Design: Design for the Whole Population* yang disunting oleh John Clarkson, Roger Coleman, Simeon Keates, dan Cherie Lebbon (2003), dijelaskan bahwa desain inklusif bertujuan untuk menciptakan produk dan lingkungan yang dapat digunakan oleh sebanyak mungkin orang, tanpa memerlukan adaptasi khusus. Pendekatan ini mempertimbangkan keragaman pengguna, termasuk perbedaan usia, kemampuan fisik, dan latar belakang budaya, untuk memastikan bahwa desain yang dihasilkan dapat diakses dan digunakan secara efektif oleh semua orang.

Lebih lanjut, dalam buku *Design for Inclusivity: A Practical Guide to Accessible, Innovative and User-Centred Design* oleh Roger Coleman, John Clarkson, dan Julia Cassim (2008), dibahas bahwa desain inklusif tidak hanya bermanfaat bagi individu dengan kebutuhan khusus, tetapi juga meningkatkan pengalaman pengguna secara keseluruhan. Dengan mempertimbangkan kebutuhan kelompok seperti anak-anak, lansia, dan individu dari berbagai latar belakang budaya, desain inklusif dapat menghasilkan solusi yang lebih efektif dan menyeluruh. (Clarkson et al., 2007)

"Inklusivitas" dalam konteks ini menekankan bahwa sistem *wayfinding* tidak hanya memandu orang pada umumnya, tapi juga mempertimbangkan kebutuhan kelompok yang sering terpinggirkan dalam perancangan ruang publik, seperti jalur berpemandu, informasi *Braille*, kontras visual tinggi, bahasa universal/piktogram, dsb. (Sigmon, 2023)

Menurut *Center for Universal Design* (1997), desain inklusif atau universal adalah: "*The design of products and environments to be usable by all people, to the greatest extent possible, without the need for adaptation or specialized design.*" Artinya, inklusivitas berupaya

memastikan semua orang—termasuk difabel, lansia, anak-anak, dan orang dengan keterbatasan lainnya—dapat mengakses dan menggunakan ruang tanpa hambatan (Oa & Le, 1998). Desain Inklusif memperhatikan keragaman pengguna, termasuk aspek budaya, usia, bahasa, dan kemampuan fisik maupun kognitif. (Sigmon, 2023)

Dalam konteks *wayfinding*, Passini (Wang & Fu, 2021) menyebut bahwa sistem navigasi harus mempertimbangkan:

- Kontras visual tinggi untuk tunanetra parsial
- Piktogram dan simbol universal untuk menjangkau berbagai bahasa
- Jalur berpemandu atau *tactile paving* untuk tunanetra
- Papan informasi pada ketinggian ramah kursi roda. (Passini, 1996.)

Penelitian oleh Golledge menunjukkan bahwa orang dengan disabilitas kognitif dan mobilitas menghadapi hambatan besar dalam ruang publik yang tidak dirancang inklusif. (Golledge et al., 1999.)

Aksesibilitas

Penelitian ini menggabungkan tiga pendekatan untuk menyelesaikan masalah aksesibilitas yaitu: algoritma SHAPE (*Spatial Human Accessibility Planning and Evaluation*), *Wayfinding Questionnaire* (WQ), dan sistem informasi geografis berbasis QGIS.

Pendekatan SHAPE digunakan untuk mengevaluasi aksesibilitas spasial melalui representasi graf jaringan antar titik lokasi, dengan mempertimbangkan bobot berdasarkan jarak aktual dan penalti akibat medan seperti elevasi curam atau keberadaan anak tangga. Dalam makalahnya, Schwartz menjelaskan bahwa SHAPE menggunakan teknik *ray-casting* untuk menghasilkan graf yang padat dari semua lokasi yang dapat diakses dalam suatu lingkungan. Graf ini menyimpan informasi tentang jenis perjalanan yang diperlukan (misalnya, menaiki lereng atau menuruni tangga), memungkinkan perencanaan jalur yang mempertimbangkan berbagai kebutuhan pengguna. Dengan demikian, SHAPE membantu desainer dan perencana mengevaluasi opsi lingkungan binaan dengan cara baru dan lebih mendetail, yang mengarah pada lingkungan

yang lebih ramah dan dapat diakses oleh semua orang. (Schwartz, 2021a)

Implementasi SHAPE telah menunjukkan efektivitasnya dalam berbagai skala, mulai dari ruangan hingga topografi, dan dapat diintegrasikan dengan teknik teori graf yang ada untuk analisis lebih lanjut. Hal ini menjadikan SHAPE sebagai alat yang berharga dalam perencanaan dan desain lingkungan yang inklusif.

Sementara itu, *Wayfinding Questionnaire* (WQ) digunakan untuk mengukur persepsi dan pengalaman navigasi pengunjung. (Avcı & Aksoy, 2024) WQ dikembangkan dari prinsip bahwa *wayfinding* adalah proses bertahap yang mencakup pengambilan keputusan, pelaksanaan arah, serta interpretasi terhadap elemen visual dan spasial yang ada di lingkungan fisik (Passini, n.d.). Survei ini memberikan data kuantitatif berbasis skala Likert yang mencerminkan persepsi pengunjung terhadap sistem petunjuk arah, keberadaan landmark, serta pemahaman terhadap alur ruang dalam situs. (Rooij et al., 2017)

Selain itu, perangkat lunak QGIS digunakan untuk memperkuat visualisasi spasial melalui pemetaan kontur, zonasi ketinggian, dan *overlay* data jalur yang dihasilkan oleh simulasi SHAPE. QGIS memungkinkan integrasi antara data spasial berbasis raster dan vektor, serta mendukung analisis spasial berbasis elevasi untuk mengidentifikasi jalur rawan dan jalur aman bagi pengunjung. (QGIS Desktop 3.28 User Guide QGIS Project, 2024) Kombinasi ketiga pendekatan ini memperkuat validitas analisis jalur aksesibilitas di Situs Ratu Boko dari sisi spasial, perseptual, dan teknis.

Peran Teknologi dalam *Wayfinding*

Teknologi memainkan peran penting dalam sistem *wayfinding modern*. Penggunaan peta interaktif, QR code, hingga AR/VR telah terbukti meningkatkan pengalaman pengunjung dalam menavigasi ruang kompleks seperti museum atau situs bersejarah. Penelitian oleh Wang & Fu (2021) mengembangkan *smart accessibility graph* berbasis *machine learning* untuk mendeteksi jalur optimal secara *real-time*. (Wang & Fu, 2021)

Hasil Penelitian dan Pembahasan

A. Simulasi Jalur Optimal

Analisis jalur dilakukan dengan metode SHAPE yang mempertimbangkan jarak spasial aktual dan penalti medan. Penentuan node dan edge secara manual berdasarkan foto Google Earth yang kemudian membentuk alternatif jalur.

Tabel 2. Pembobotan Alternatif Jalur Dalam Situs Ratu Boko

Jalur	Rute yang Dilewati	Bobot Total (m)
E → A	E → A	56.29
E → B	E → A → B	494.31
E → D	E → A → B → D	996.83
E → H	E → A → B → D → H	1569.78
E → C	E → A → B → D → H → C	2328.09
E → I	E → A → B → D → H → C → I	3213.54
E → J	E → A → B → D → H → C → I → J	4154.96
E → G	E → A → B → D → H → C → I → J → G	4712.12
A → B	A → B	438.02
A → D	A → B → D	940.54
A → H	A → B → D → H	1513.49
A → C	A → B → D → H → C	2271.8
A → I	A → B → D → H → C → I	3157.25
A → J	A → B → D → H → C → I → J	4098.67
A → G	A → B → D → H → C → I → J → G	4655.83
B → D	B → D	502.52
B → H	B → D → H	1075.47
B → C	B → D → H → C	1833.78
B → I	B → D → H → C → I	2719.23
B → J	B → D → H → C → I → J	3660.65
B → G	B → D → H → C → I → J → G	4217.81
D → H	D → H	572.95
D → C	D → H → C	1331.26
D → I	D → H → C → I	2216.71
D → J	D → H → C → I → J	3158.13
D → G	D → H → C → I → J → G	3715.29
H → C	H → C	758.31
H → I	H → C → I	1643.76
H → J	H → C → I → J	2585.18
H → G	H → C → I → J → G	3142.34
C → I	C → I	885.45
C → J	C → I → J	1826.87
C → G	C → I → J → G	2384.03
I → J	I → J	941.42
I → G	I → J → G	1498.58
J → G	J → G	557.16

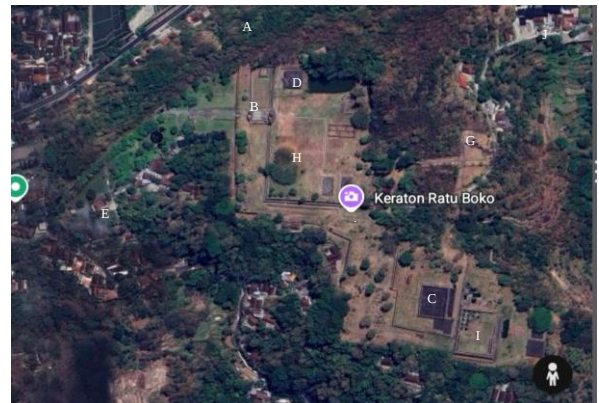
sumber: Penulis,2025

Jalur antar titik seperti E–A–B–D–H–C–I–J–G dianalisis berdasarkan karakteristik topografi serta tingkat aksesibilitas. Penalty diberikan pada jalur dengan medan curam atau adanya tangga.

Jalur optimal untuk difabel: A → B (total bobot: 110)

Jalur optimal untuk umum: B → D (total bobot: 120)

Pemodelan jalur dilakukan menggunakan algoritma Dijkstra berbasis graf berbobot. Jalur yang memiliki bobot total paling kecil dipilih sebagai rute paling inklusif dan efisien.



Keterangan
A: Kantor TWC
B: Gerbang Batu
C: Pendopo
E: Parkir roda 2&4
G: Goa
D: Candi Pembakaran
H: Paseban
I: Kolam
J: Kaputren

Gambar 6. Penentuan Node dan Edge untuk simulasi SHAPE manual (Sumber: Google Earth, 2025)

Tabel Pembobotan SHAPE

Tabel 3. Bobot Total Jalur Antar Titik

Jalur	Medan	Jarak (m)	Penalti	Bobot Total
E–A	Landai	56.29	0	56.29
A–B	Curam ±40°	378.02	60	438.02
B–D	Curam ±40°	442.52	60	502.52
D–H	Landai	572.95	0	572.95
H–C	Landai	758.31	0	758.31
C–I	Turunan Curam	825.45	60	885.45
I–J	Cukup Landai	911.42	30	941.42
J–G	Tangga ±45°	497.16	60	557.16

(Sumber: Penulis,2025)

B. Wayfinding Questionnaire (WQ) – 22 Item

Berikut adalah daftar lengkap item dalam *Wayfinding Questionnaire* (WQ), terbagi dalam tiga subskala: Navigasi dan Orientasi (NO), Estimasi Jarak (DE), dan Kecemasan Spasial (SA).

Navigasi dan Orientasi (NO)

1. Saya kesulitan mengetahui arah tujuan saat berada di tempat asing.

2. Saya mudah tersesat ketika mencoba menemukan jalan keluar dari tempat asing.
3. Saya bisa dengan cepat menentukan arah di dalam bangunan besar.
4. Saya perlu waktu lama untuk mengorientasikan diri dalam lingkungan baru.
5. Saya biasanya mengikuti orang lain saat bingung mencari arah.
6. Saya bisa kembali ke tempat asal tanpa bertanya pada orang lain.
7. Saya sering berputar-putar di area yang sama ketika tersesat.
8. Saya merasa nyaman menggunakan peta lokasi.
9. Saya mudah mengenali arah mata angin (utara, selatan, dll.).
10. Saya menggunakan titik acuan seperti landmark saat bernavigasi.
11. Saya bisa menjelaskan rute yang saya lalui ke orang lain.

Estimasi Jarak (DE)

12. Saya bisa memperkirakan berapa lama waktu tempuh menuju lokasi.
13. Saya bisa mengira-ngira jarak antara dua tempat dengan baik.
14. Saya sering salah memperkirakan seberapa jauh suatu tempat dari posisi saya.

Kecemasan Spasial (SA)

15. Saya merasa cemas saat berada di lingkungan yang asing.
16. Saya panik ketika merasa tersesat.
17. Saya merasa tidak nyaman berada di tempat luas tanpa arah.
18. Saya merasa tenang meskipun tidak tahu arah (dibalik skor).
19. Saya menghindari tempat baru jika tidak didampingi.
20. Saya cenderung stres ketika harus mencari jalan sendiri.
21. Saya merasa gugup jika harus mengambil keputusan arah sendiri.
22. Saya takut berada di tempat terbuka tanpa petunjuk arah.

Tabel 4. Ringkasan Hasil Wayfinding Questionnaire

No.	Pernyataan	1	2	3	4
1	Saya dapat memahami arah masuk ke dalam situs dari gerbang utama.	4.3	13.0	43.5	39.1
2	Tanda-tanda arah di sekitar area parkir mudah ditemukan.	13.0	26.1	34.8	26.1
3	Saya dapat mengetahui posisi saya di dalam situs dengan mudah.	26.1	39.1	30.4	4.3
4	Penunjuk arah antar area (pendopo, kolam, goa, dll.) sangat membantu.	8.7	21.7	39.1	30.4
5	Saya merasa arah dan alur di situs ini membingungkan.	0.0	13.0	39.1	47.8
6	Saya merasa nyaman berjalan dari satu titik ke titik lain di situs ini.	4.3	21.7	47.8	26.1
7	Saya melihat cukup banyak peta atau denah di area situs.	56.5	21.7	13.0	8.7
8	Saya menemukan QR Code/informasi digital selama menjelajah situs.	60.9	30.4	8.7	0.0

No.	Pernyataan	1	2	3	4
9	Saya melihat adanya jalur khusus untuk pengguna difabel.	78.3	17.4	4.3	0.0
10	Informasi arah menggunakan simbol atau ikon yang mudah dimengerti.	26.1	39.1	26.1	8.7
11	Saya dapat mengenali	4.3	17.4	43.5	34.8
12	Warna atau desain papan petunjuk sangat membantu orientasi saya.	13.0	26.1	39.1	21.7
13	Situs ini terasa inklusif untuk semua kalangan (anak-anak, lansia, dsb.).	17.4	26.1	39.1	17.4
14	Jalur antar area terasa logis dan alami untuk diikuti.	8.7	30.4	43.5	17.4
15	Saya bisa menemukan rambu petunjuk tanpa harus bertanya.	26.1	43.5	21.7	8.7
16	Saya menggunakan landmark (candi, gapura, dinding) untuk bernavigasi.	4.3	8.7	39.1	47.8
17	Petunjuk arah terlihat konsisten di seluruh area.	30.4	43.5	17.4	8.7
18	Saya merasa kesulitan kembali ke titik awal kunjungan.	13.0	17.4	47.8	21.7
19	Saya merasa pengalaman saya bisa lebih baik dengan media digital.	4.3	4.3	39.1	52.2
20	Jalur antar bangunan cukup terang dan informatif saat sore/ malam hari.	43.5	34.8	13.0	8.7
21	Penunjuk arah perlu ditambah di lebih banyak titik.	0.0	8.7	34.8	56.5
22	Saya merasa perlu adanya peta interaktif atau portable.	0.0	4.3	34.8	60.9

(Sumber: Penulis, 2025)

Hasil Survei *Wayfinding Questionnaire* (WQ)

Survei dilakukan terhadap 23 responden pengunjung umum menggunakan 22 item pertanyaan

berdasarkan model Passini (1992). Skala Likert 1–4 digunakan untuk mengukur pengalaman wayfinding, persepsi visual, dan pemahaman spasial dan diolah dengan rumus Slovin:

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

$$n \approx 23 \text{ orang}$$

Maka hasilnya merujuk kepada beberapa temuan utama:

- 91.3% setuju bahwa penunjuk arah perlu ditamba
- 95.7% menginginkan peta interaktif/portabel
- 78.3% tidak menemukan jalur khusus difabel
- 87% responden merasa arah ruang di dalam situs “membingungkan”
- 78% tidak menemukan penanda atau arah yang jelas antar area.
- 91% menyatakan bantuan visual dan peta akan sangat membantu.

C. Simulasi dan Visualisasi dengan QGIS

QGIS digunakan untuk mengolah data spasial dan menghasilkan peta kontur serta simulasi jalur optimal. Dengan plugin Road Graph, algoritma Dijkstra digunakan untuk menentukan jalur terpendek berdasarkan bobot jalur dari simulasi SHAPE. Hasil overlay menunjukkan area rawan dan titik orientasi untuk penempatan informasi. Rekomendasi spasial QGIS meliputi:

- Titik pemasangan papan portabel: titik C, D, I
- Jalur difabel: E–A–D–H
- Penggunaan marka jalur tidak permanen di zona terbuka

Berdasarkan simulasi spasial SHAPE, analisis kontur QGIS, dan hasil survei WQ ditemukan bahwa:

- Jalur di zona inti memiliki elevasi dan struktur yang sulit diakses oleh difabel sehingga kami merekomendasikan rekomendasi jalur dan zona bagi masing-masing kelompok difabel sebagai berikut:

Tabel 5. Kriteria Aksesibilitas Pengunjung Ratu Boko

Kelompok Pengunjung	Kriteria Akses (Boleh Masuk Area Jika...)	Batasan / Tidak Boleh Masuk Jika...
Pengunjung Umum	- Jalur tanah, tangga ringan, kontur $\leq 30^\circ$	- Jalur dengan kemiringan ekstrem $> 40^\circ$, area reruntuhan rapuh
Tuna Rungu/Wicara	- Jalur umum dengan visual signage yang jelas dan ikon non-verbal - Tidak ada batasan medan	- Tidak berlaku batasan fisik, tapi perlu arah visual yang jelas
Tuna Daksa (kursi roda/kaki palsu)	- Jalur landai $\leq 10^\circ$ - Lebar jalur ≥ 100 cm - Tidak ada anak tangga - Permukaan keras atau rata (tanah padat, paving, beton)	- Jalur tangga/turun curam - Jalan kerikil, berumput kasar, atau bebatuan tidak rata
Tuna Netra	- Jalur dengan batas fisik jelas (tepi jalur) - Ada pendamping atau marka guiding block - Area tenang, tidak ramai	- Jalur tidak berpagar di tepi jurang/tangga curam tanpa pagar - Zona reruntuhan tidak berpola
Ibu Hamil	- Jalur landai $\leq 15^\circ$ - Permukaan tidak licin - Area dengan kursi istirahat	- Jalur menanjak panjang/turunan ekstrem - Tangga tanpa pegangan
Balita / Anak-anak	- Jalur aman, terlindungi, area datar (Plaza, taman) - Akses mudah diawasi	- Tangga tinggi, zona cagar yang berbahaya, atau tanpa batas pengaman
Lansia	- Jalur datar atau landai $\leq 15^\circ$ - Ada tempat duduk berkala - Jalur tidak terlalu panjang tanpa tempat istirahat	- Tangga curam, jalur licin, area tanpa pegangan

(Sumber: Penulis, 2025)

Tabel 5. Zona Yang Dapat Didatangi Per Kriteria Pengunjung

Zoning Layer	Kriteria Spasial
Zona Umum	Semua jalur $\leq 40^\circ$ dengan permukaan stabil
Zona Akses Tuna Daksa	Jalur $\leq 10^\circ$, lebar > 1 m, tidak ada tangga
Zona Lansia/Ibu Hamil	Jalur $\leq 15^\circ$, ada titik duduk
Zona Aman Balita	Area datar tanpa tepi curam, dekat fasilitas umum
Zona Terbatas	Area reruntuhan, zona konservasi, kontur $> 40^\circ$, tangga

(Sumber: Penulis, 2025)



Keterangan warna Slope

- Zona landai ($< 5\%$)
- Sedang ($5-8\%$)
- Curam ($8-12\%$)
- Sangat curam ($> 12\%$)

Gambar 7. Peta Contour Situs Ratu Boko (Sumber: Penulis, 2025)

Rekomendasi *Output Visual* untuk *Overlay SHAPE* dan Zonasi

Berikut ini adalah elemen-elemen visual yang direkomendasikan untuk digunakan dalam peta *overlay* berbasis *Google Earth* dan simulasi QGIS manual dalam penelitian di Situs Ratu Boko.

Tabel 7. Elemen Visual dalam *Overlay SHAPE* dan Zonasi

Elemen	Warna/Icon	Keterangan
Titik A–J	● Merah	Node lokasi utama
Jalur Difabel	----- Garis putus-putus	unguE–A
Jalur Umum	— Garis solid	kuningE–A–B–D–...–G
Zona Landai	Area hijau	Elevasi rendah / aman
Zona Sedang	Area kuning	Elevasi sedang
Zona Curam	Area merah	Elevasi curam / tangga
Zona Aman Difabel	◇ biru	TransparansiHanya E dan A
Zona Inti Umum	▲ merah muda	TransparansiTitik B sampai G

(Sumber: Penulis,2025)



Keterangan Titik:

D: Candi	I: Kolam
A: Kantor TWC	J: Kaputren
B: Gerbang batu masuk	E: Area parkir
C: Pendopo	H: Paseban

Gambar 8. Simulasi Rekomendasi jalur dan Zona Situs Ratu Boko
(Sumber: Penulis, 2025)

Penutup Kesimpulan

Rekomendasi *Wayfinding* di Situs Ratu Boko

1. Zona Akses Difabel

(Zona II – Titik E dan A)

- Ramp landai yang terintegrasi dari gerbang utama (TWC) ke titik A
- Jalur berpemandu taktil untuk tunanetra dari halte/ parkir hingga titik E–A.

- QR Code + Audio Guidance di titik E dan A untuk pemaparan narasi sejarah.

2. Zona untuk Pengunjung Umum (Zona Inti B–G)

Papan petunjuk portabel berbahan ringan (fiber/ akrilik) di titik:

- B: cabang jalur
- D: tengah jalur utama
- H, I: simpul besar & arah kolam/paseban
- J, G: titik arah ke candi pembakaran & puncak
- QR Code/ AR marker di titik C dan G untuk konten interaktif
- Peta interpretatif semi permanen (tidak ditanam dalam tanah) di titik A dan H.
- Landmark orientatif diperkuat secara visual di titik seperti gapura, paseban, dan pendopo.

3. Strategi Navigasi Inklusif

- Warna penanda tinggi kontras (hitam/ kuning)
- Simbol universal dan huruf besar (tinggi min. 7 cm)
- Peta portabel dapat dicetak dan diakses digital (PDF atau *webmap*)
- Panel informasi di titik istirahat (dudukan batu/ lokal)

Elemen petunjuk arah yang ada tidak mencukupi untuk orientasi spasial pengunjung. Peta interpretatif berfungsi sebagai orientasi utama di titik-titik simpul: gerbang utama, pendopo, dan zona candi.

Mayoritas responden menyatakan perlunya peta interaktif, penunjuk arah tambahan, dan jalur inklusif. Perlunya diadakan elemen desain seperti papan portabel, QR code, dan peta interpretatif diperlukan di zona I dan II untuk memperbaiki sistem navigasi secara menyeluruh dan jalur yang mampu menampung semua kelompok pengunjung seperti jalur tram sekaligus sebagai shuttle untuk pengunjung situs.

Desain intervensi yang bersifat non-permanen, portabel, dan adaptif sesuai regulasi cagar budaya menjadi solusi utama untuk memastikan *wayfinding* yang inklusif, edukatif, dan konservatif.

Implikasi desain meliputi:

- Konservasi: elemen tidak merusak situs
- Edukasi: QR Code untuk konten sejarah
- Inklusivitas: jalur landai difabel
- Adaptabilitas: desain bisa disesuaikan musim dan acara
- Pengembangan: Jika memungkinkan untuk pengembangan fasilitas dan sarana prasarana dapat dibuatkan jalur akses berupa kereta gantung/gondola mengitari seluruh situs sehingga baik difabel maupun umum tanpa merusak membangun konstruksi masif di permukaan situs.

Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem *wayfinding* dan aksesibilitas di Situs Ratu Boko belum optimal, baik bagi pengunjung umum maupun kelompok difabel. Hasil simulasi SHAPE, *overlay spasial*, dan survei WQ mengindikasikan bahwa jalur dan informasi arah belum sepenuhnya mendukung navigasi yang inklusif. Zona inti memiliki elevasi curam dan anak tangga yang menyulitkan akses difabel, sedangkan zona pendukung relatif memungkinkan dilalui dengan ramp landai. Diperlukan peningkatan desain navigasi berbasis keterbacaan ruang fisik, seperti penanda jalur berpemandu, peta interpretatif, dan papan petunjuk portabel yang bersifat *non-permanen* untuk menjaga konservasi situs. Studi ini memperlihatkan bahwa integrasi antara pendekatan spasial dan persepsi pengguna mampu menghasilkan rekomendasi desain *wayfinding* yang responsif terhadap kebutuhan inklusif tanpa melanggar batas konservasi fisik. Temuan ini diharapkan dapat menjadi referensi awal bagi perancang, pengelola situs, maupun pembuat kebijakan dalam mengembangkan sistem navigasi yang informatif, ramah difabel, dan sensitif terhadap nilai sejarah ruang. temuan ini dapat menjadi acuan bagi Balai Pelestarian, perancang lanskap, dan pengelola wisata untuk menyusun sistem petunjuk arah temporer di situs budaya serupa.

Saran

Penulisan ini memberi peluang lebih lanjut mengenai rekomendasi jalur pengunjung melalui analisa lebih lanjut melalui QGIS dan software penunjang lain agar dilakukan pemetaan spasial dengan integrasi data GPS aktual pengunjung, serta penerapan teknologi interaktif seperti QR Code atau AR dapat dieksplorasi lebih lanjut sebagai pelengkap navigasi, asalkan tidak mengganggu struktur asli situs. Selain itu, pendekatan desain berbasis *Building Information Modeling* (BIM) dan simulasi 3D GIS dapat dipertimbangkan untuk menilai keterhubungan fisik dan visual antar titik, serta kemungkinan pengembangan jalur adaptif untuk difabel dengan lebih presisi.

Daftar Pustaka

- Andi, S. T. V. P. T. H. (2023). *Geomorphosite assessment at Ratu Boko using photogrammetry*. UGM.
- Arthur, P., & Passini, R. (1992). *Wayfinding: People, signs, and architecture*. McGraw-Hill.
- Avci, N. B., & Aksoy, S. (2024). The Wayfinding Questionnaire-Turkish (WQ-TR): A study of cross-cultural adaptation and psychometric properties of validity and reliability. *Hacettepe University Faculty of Health Sciences Journal*, 11(1), 247–264. <https://doi.org/10.21020/husbfd.1368575>
- Chalmers, H., & Vervoort, J. (2019). Exploratory spatial analysis in constrained contexts: Blending local knowledge and manual observation. *Applied Geography*, 103, 56–67. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.12.007>
- Clarkson, J., Coleman, R., Keates, S., & Lebbon, C. (2007). *Inclusive design*. Springer.
- Connell, B. R., Jones, M., Mace, R., Mueller, J., Mullick, A., Ostroff, E., Sanford, J., Steinfeld, E., Story, M., & Vanderheiden, G. (1997). *The principles of universal design: The design of products and environments to be usable by all people, to the greatest extent possible, without adaptation or specialized design*.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed*

- methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Etikan, I., Musa, S. A., & Alkassim, R. S. (2016). *Comparison of convenience sampling and purposive sampling. American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 5(1), 1–4. <https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11>
- Golledge, R. G., Loomis, J. M., Klatzky, R. L., Flury, A., & Yang, X. L. (n.d.). Designing a personal guidance system to aid navigation without sight: Progress on the GIS component.
- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: The world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), 211–221. <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>
- Guest, G., Bunce, A., & Johnson, L. (2006). How many interviews are enough? An experiment with data saturation and variability. *Field Methods*, 18(1), 59–82. <https://doi.org/10.1177/1525822X05279903>
- Jeffrey, C. (2004). Wayfinding perspectives: Static and digital wayfinding systems: Can a wayfinding symbiosis be achieved? In Spiers & Maguire (Eds.).
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia. (2024). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 17 tentang Zonasi Cagar Budaya*.
- Montello, D. R. (2005). Navigation. In *The Cambridge handbook of visuospatial thinking* (pp. xx–xx). Cambridge University Press.
- Nuha, Z. U. F. N. (2020). Tourism product and image influence on visitor behavior at Ratu Boko. *Jurnal Ilmu Administrasi Bisnis*, 9(3), 123–132.
- Oa, S., & Lee, N. (1998). *The universal design file: Designing for people of all ages & abilities*. Center for Universal Design.
- Passini, R. (n.d.). Wayfinding design: Logic, application and some thoughts on universality.
- Passini, R. (1996). Wayfinding design: Logic, application and some thoughts on universality. *Design Studies*, 17(3), 319–331.
- QGIS Project. (2024). *QGIS Desktop 3.28 user guide. QGIS Project*.
- Rangkuti, N. (2003). Bibliografi beranotasi tentang situs Keraton Ratu Boko. *Berkala Arkeologi*, 23(1), 121–131. <https://doi.org/10.30883/jba.v23i1.867>
- Rooij, N., Claessen, M., Ham, I., Post, M., & Visser-Meily, J. M. A. (2017). The Wayfinding Questionnaire: A clinically useful self-report instrument to identify navigation complaints in stroke patients. *Neuropsychological Rehabilitation*, 29, 1–20. <https://doi.org/10.1080/09602011.2017.1347098>
- Schwartz, M. (2021a). Human centric accessibility graph for environment analysis. *Automation in Construction*. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103557>
- Schwartz, M. (2021b). Human-centric accessibility graph. *Automation in Construction*.
- Sigmon, G. (2023). *RPM friends Grayson Sigmon*. Redhawk Publications.
- Soenarto, A., Subroto, & Santoso, D. (1993). *Ratu Boko yang terlupakan*.
- Lynch, K. (n.d.). *The image of the city*.
- Undang-Undang Republik Indonesia. (2010). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya*.
- Wang, Z., & Fu, W. T. (2021). Smart human-centric accessibility graph. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/xxxx.xxxxx>