



Pelatihan Penggunaan Sistem Informasi Geografis (GIS) dalam Penentuan Lokasi Industri pada Peta Digital

Nurkholis^{1*}, Hayatul Khairul Rahmat¹, Dzulhijjah Yetti¹, Rahmad Akbar¹, Doli Apriansyah¹, Pipy Sri Jupita¹

¹ Politeknik Kampar, Bangkinang, Indonesia

* Corresponding Author: nurkholis11151996@gmail.com

Abstract

This Community Service Program (PkM) aims to improve the knowledge and skills of Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) in utilizing Geographic Information Systems (GIS) for determining industrial locations using digital maps. The main problem faced by partners is the low level of digital literacy and limited ability to determine business locations based on data. The method applied is a participatory practice-based training approach (Participatory Learning and Action/PLA), which includes material delivery, demonstrations, hands-on practice, case studies, and mentoring. The activity involved 7 participants consisting of MSME actors and village officials. Evaluation was conducted through pre-test and post-test, which showed an increase in the average score from 45% to 78.75%. Participants were also able to use Google Maps to identify business locations based on accessibility and market potential. The level of participant satisfaction was categorized as very good. This program proved to be effective in improving digital literacy and supporting data-based decision-making.

Keywords:
Geographic Information System (GIS); Digital Mapping; Industrial Location; MSMEs; Participatory Training.

Abstrak

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan pelaku Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM) dalam memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (GIS) untuk penentuan lokasi industri pada peta digital. Permasalahan utama mitra adalah rendahnya literasi digital dan keterbatasan dalam menentukan lokasi usaha berbasis data. Metode yang digunakan adalah pelatihan partisipatif berbasis praktik (Participatory Learning and Action/PLA) melalui penyampaian materi, demonstrasi, praktik langsung, studi kasus, dan pendampingan. Kegiatan diikuti oleh 7 peserta yang terdiri dari pelaku UMKM dan aparat desa. Evaluasi dilakukan melalui pre-test dan post-test yang menunjukkan peningkatan nilai rata-rata dari 45% menjadi 78,75%. Peserta juga mampu menggunakan Google Maps untuk mengidentifikasi lokasi usaha berdasarkan aksesibilitas dan potensi pasar. Tingkat kepuasan peserta berada pada kategori sangat baik. Kegiatan ini efektif dalam meningkatkan literasi digital dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data.

Kata Kunci:
Sistem Informasi Geografis (GIS); Peta Digital; Lokasi Industri; UMKM; Pelatihan Partisipatif.

Pendahuluan

Dalam Di tengah pesatnya perkembangan era digital, sektor industri dihadapkan pada kebutuhan untuk mengambil keputusan secara cepat dan akurat dengan dukungan data yang memadai, khususnya dalam menentukan lokasi industri yang strategis. Penentuan lokasi ini menjadi aspek yang sangat penting karena berkaitan langsung dengan efisiensi operasional, biaya distribusi, kemudahan akses terhadap bahan baku dan tenaga kerja, serta kedekatan dengan pasar. Apabila terjadi kesalahan dalam pemilihan lokasi, maka dampaknya dapat

berupa peningkatan biaya logistik, menurunnya daya saing, hingga kerugian jangka panjang bagi pelaku usaha maupun masyarakat di sekitarnya (Saban et al., 2024; Khelili et al., 2022; Sari & Türk, 2021)

Dalam konteks tersebut, Sistem Informasi Geografis (GIS) hadir sebagai salah satu solusi berbasis teknologi yang mampu mengintegrasikan berbagai data berbasis lokasi ke dalam bentuk peta digital. Melalui GIS, pengguna dapat melakukan visualisasi, analisis, serta interpretasi data geografis secara lebih komprehensif. Pemanfaatan GIS juga memungkinkan proses pengambilan keputusan menjadi lebih terarah, termasuk dalam menentukan lokasi industri, melalui penyediaan alternatif lokasi, analisis jarak, evaluasi aksesibilitas infrastruktur, serta pengolahan berbagai kriteria yang mencakup aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial (Abdelkarim et al., 2024; Arshad et al., 2023; Somantri, 2024; Wang et al., 2023).

Meskipun demikian, potensi besar yang dimiliki GIS belum sepenuhnya dimanfaatkan secara optimal di lapangan. Masih banyak pelaku usaha, masyarakat, maupun aparatur desa/kelurahan yang memiliki keterbatasan dalam memahami dan mengoperasikan teknologi ini. Dalam praktiknya, penentuan lokasi usaha atau industri sering kali masih mengandalkan pengalaman atau intuisi semata, tanpa didukung oleh analisis data yang sistematis, sehingga keputusan yang dihasilkan cenderung kurang tepat dan tidak efisien (Abdelkarim et al., 2024; Somantri, 2024; Alwedyan, 2023). Di sisi lain, keberadaan peta digital seperti Google Maps dan berbagai aplikasi GIS sebenarnya sudah sangat mudah diakses oleh masyarakat luas. Namun, rendahnya tingkat literasi digital serta minimnya pelatihan yang bersifat praktis menjadi hambatan utama dalam pemanfaatannya. Padahal, melalui pelatihan yang tepat, masyarakat dapat memahami cara mengidentifikasi lokasi yang strategis dengan mempertimbangkan berbagai parameter, seperti aksesibilitas jalan, kedekatan dengan fasilitas umum, kepadatan penduduk, hingga potensi pasar. Dengan demikian, keputusan yang diambil menjadi lebih rasional dan berbasis data (Saban et al., 2024; Quamar et al., 2023; Alogayell et al., 2024; Torkayesh et al., 2021)

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan adanya kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) dalam bentuk pelatihan yang berfokus pada peningkatan kemampuan masyarakat dalam memanfaatkan GIS untuk menentukan lokasi industri melalui peta digital. Melalui kegiatan ini, diharapkan peserta tidak hanya memahami konsep dasar GIS, tetapi juga mampu mengoperasikan aplikasi peta digital serta melakukan analisis sederhana untuk menentukan lokasi industri yang tepat dan strategis. Upaya ini sejalan dengan agenda transformasi digital serta peningkatan literasi teknologi di masyarakat, yang pada akhirnya dapat mendukung pengembangan ekonomi berbasis data sekaligus meningkatkan daya saing usaha di tingkat lokal maupun regional (Cheng et al., 2023; Alogayell et al., 2024; Wu et al., 2025; Qiu et al., 2023). Lebih lanjut, pelaksanaan pelatihan GIS ini juga berpotensi mendorong terbentuknya masyarakat yang lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi, memiliki kemampuan dalam mengambil keputusan berbasis data, serta berkontribusi dalam perencanaan pembangunan wilayah yang berkelanjutan (Ghalib et al., 2023; Biju et al., 2021; Akindele et al., 2023).

Melalui program PkM ini diharapkan dapat dikembangkan suatu kerangka literasi GIS yang bersifat inklusif dan partisipatif, sehingga pelaku usaha, komunitas, maupun aparatur desa/kelurahan mampu mengintegrasikan data geografis dengan mempertimbangkan aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi. Selain itu, pendekatan GIS yang dikombinasikan dengan metode Multi-Criteria Decision Making (MCDM) serta pemanfaatan teknologi modern seperti drone untuk pengumpulan data dapat menjadi alternatif dalam meningkatkan kualitas analisis penentuan lokasi industri. Pendekatan tersebut diharapkan mampu mendukung proses

perumusan kebijakan di tingkat lokal yang selaras dengan prinsip pembangunan berkelanjutan (Abdelkarim et al., 2024; Sari & Türk, 2021; Torkayesh et al., 2021; Alwedyan, 2023).

Secara umum, berbagai referensi yang digunakan dalam kajian ini menunjukkan bahwa GIS memiliki peran penting sebagai alat bantu dalam penentuan lokasi industri, sekaligus menegaskan perlunya peningkatan literasi digital dan kapasitas pelatihan di masyarakat. Selain itu, penggunaan pendekatan MCDA/GIS dalam analisis lokasi serta penguatan literasi teknologi juga menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari proses transformasi digital di tingkat komunitas industri UMKM (Saban et al., 2024; Abdelkarim et al., 2024; Ghalib et al., 2023; Alogayell et al., 2024; Sari & Türk, 2021; Somantri, 2024; Wang et al., 2023).

Metode Pelaksanaan

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan pada latar belakang, yaitu masih terbatasnya kemampuan masyarakat dalam memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (GIS) untuk menentukan lokasi industri secara tepat, maka kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta dalam menggunakan GIS berbasis peta digital sebagai alat bantu pengambilan keputusan. Tujuan tersebut difokuskan pada peningkatan literasi teknologi, kemampuan analisis lokasi, serta pemanfaatan data dalam menentukan lokasi industri yang lebih strategis dan efisien.

Sejalan dengan tujuan tersebut, metode pelaksanaan yang digunakan adalah metode pelatihan partisipatif berbasis praktik GIS (Participatory Learning and Action/PLA) yang menekankan keterlibatan aktif peserta dalam setiap tahapan kegiatan. Pemilihan metode ini didasarkan pada kebutuhan untuk tidak hanya mentransfer pengetahuan secara teoritis, tetapi juga membangun keterampilan praktis melalui pengalaman langsung. Oleh karena itu, proses pelaksanaan dirancang secara bertahap, dimulai dari tahap persiapan, sosialisasi, pelaksanaan pelatihan inti yang menggabungkan teori dan praktik, hingga tahap pendampingan dan evaluasi.

Melalui pendekatan ini, peserta diharapkan mampu memahami konsep dasar GIS sekaligus mengaplikasikannya dalam konteks nyata, khususnya dalam melakukan analisis dan penentuan lokasi industri pada peta digital. Dengan demikian, metode yang digunakan tidak hanya relevan dengan permasalahan yang dihadapi, tetapi juga mendukung tercapainya tujuan kegiatan secara optimal, yaitu terbentuknya masyarakat yang lebih adaptif terhadap teknologi, mampu mengambil keputusan berbasis data, serta berkontribusi dalam pengembangan industri yang berdaya saing dan berkelanjutan.



Gambar 1. Alur Kegiatan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini akan dilaksanakan di salah satu industri UMKM yang ada di bangkinang kota. Adapun metode pelaksanaan yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1 antara lain:

1. **Persiapan (Identifikasi & Modul).** Tahap persiapan merupakan langkah awal yang berfokus pada identifikasi kebutuhan mitra serta penyusunan modul pelatihan yang sesuai dengan tujuan kegiatan. Pada tahap ini juga dilakukan penyiapan perangkat pendukung seperti aplikasi GIS, materi ajar, serta instrumen evaluasi yang akan digunakan selama pelaksanaan kegiatan.
2. **Sosialisasi & Pre-Test (Pengenalan Awal).** Tahap sosialisasi dan pre-test bertujuan untuk memberikan gambaran awal kepada peserta mengenai pentingnya penggunaan GIS dalam penentuan lokasi industri. Selain itu, dilakukan pre-test untuk mengukur tingkat pemahaman awal peserta sebagai dasar evaluasi keberhasilan pelatihan.
3. **Pelatihan Inti (Teori & Praktik GIS).** Pada tahap pelatihan inti, peserta diberikan materi dasar mengenai konsep GIS yang dikombinasikan dengan praktik langsung menggunakan aplikasi peta digital. Pendekatan ini bertujuan agar peserta tidak hanya memahami teori, tetapi juga mampu mengoperasikan GIS secara aplikatif.
4. **Studi Kasus (Analisis Lokasi).** Tahap studi kasus dilakukan dengan memberikan permasalahan nyata kepada peserta untuk dianalisis menggunakan GIS. Peserta bekerja secara individu maupun kelompok untuk menentukan lokasi industri yang strategis, kemudian mendiskusikan dan mempresentasikan hasil analisisnya.
5. **Pendampingan (Implementasi Mandiri).** Tahap pendampingan merupakan proses lanjutan untuk memastikan peserta mampu mengimplementasikan pengetahuan dan keterampilan yang telah diperoleh secara mandiri. Pada tahap ini, tim pelaksana memberikan bimbingan serta solusi terhadap kendala yang dihadapi peserta dalam penerapan GIS di lapangan.
6. **Post-Test (Evaluasi).** Evaluasi dilakukan untuk mengukur tingkat pemahaman dan keterampilan peserta setelah mengikuti seluruh rangkaian pelatihan. Pada tahap ini, peserta diberikan sejumlah soal yang mencakup konsep dasar GIS, penggunaan peta digital, serta analisis sederhana dalam penentuan lokasi industri. Selain itu, peserta juga diminta menyelesaikan tugas praktik sebagai bentuk uji kemampuan aplikatif dalam menggunakan GIS secara mandiri. Hasil post-test kemudian dibandingkan dengan pre-test untuk mengetahui tingkat peningkatan kompetensi peserta.

Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini difokuskan pada sektor industri kecil dan menengah (UMKM) yang memiliki kebutuhan dalam menentukan lokasi usaha atau pengembangan industri secara lebih strategis. Kegiatan dilaksanakan dengan melibatkan pelaku UMKM sebagai peserta utama, mengingat peran penting mereka dalam perekonomian lokal serta kebutuhan mereka terhadap pemanfaatan teknologi digital dalam pengambilan keputusan. Selama pelaksanaan, peserta diberikan pelatihan penggunaan Sistem Informasi Geografis (GIS) yang disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan UMKM, seperti pemilihan lokasi usaha yang dekat dengan pasar, akses distribusi yang mudah, serta ketersediaan infrastruktur pendukung.

Dalam proses pelatihan, pelaku UMKM tidak hanya diperkenalkan pada konsep dasar GIS, tetapi juga diarahkan untuk langsung mempraktikkan penggunaan peta digital dalam konteks usaha mereka masing-masing. Beberapa peserta, misalnya, melakukan simulasi penentuan lokasi usaha baru atau relokasi tempat produksi dengan mempertimbangkan faktor jarak ke konsumen, akses jalan, serta potensi pasar di wilayah tertentu. Hasil dari kegiatan ini menunjukkan bahwa pelaku UMKM mulai memahami pentingnya penggunaan data dalam

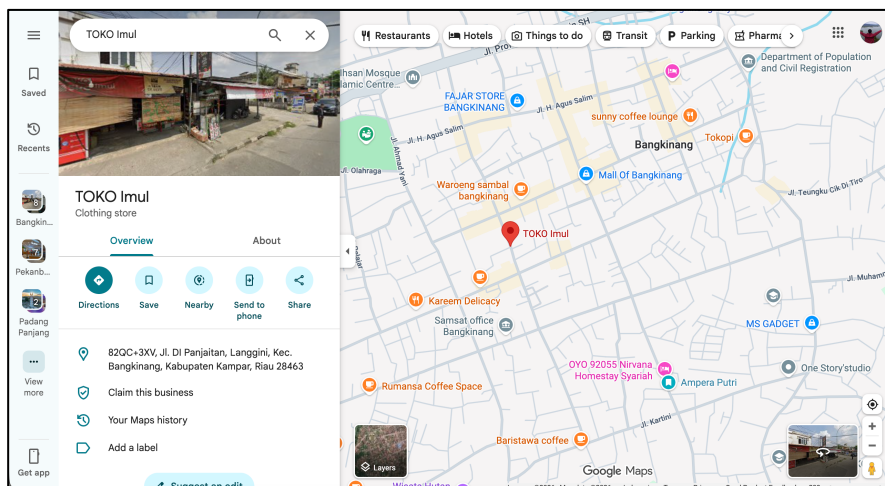
menentukan lokasi usaha, yang sebelumnya lebih banyak didasarkan pada intuisi atau kebiasaan.

Selain itu, seperti pada **Gambar 2** melalui tahap Kunjungan Industri UMKM beserta sekaligus pendampingan, peserta UMKM diberikan kesempatan untuk mengkonsultasikan rencana pengembangan usaha mereka dengan memanfaatkan GIS. Hal ini memberikan dampak positif dalam meningkatkan kepercayaan diri peserta dalam mengambil keputusan yang lebih rasional dan berbasis data. Dengan demikian, pelaksanaan PkM ini tidak hanya memberikan pengetahuan baru, tetapi juga mendorong perubahan pola pikir pelaku UMKM menuju pemanfaatan teknologi digital dalam mendukung keberlanjutan dan daya saing usaha industry UMKM.



Gambar 2. Kegiatan Pelatihan Kunjungan Industri

Hasil pelatihan penggunaan Sistem Informasi Geografis (GIS) dalam kegiatan PkM ini diwujudkan dalam bentuk pemetaan lokasi industri menggunakan Google Maps sebagai media peta digital. Melalui proses praktik, peserta berhasil mengidentifikasi dan menandai beberapa titik lokasi potensial yang dinilai strategis berdasarkan parameter seperti aksesibilitas jalan, kedekatan dengan pasar, ketersediaan fasilitas umum, serta kepadatan penduduk. Selain itu, peserta juga mampu memanfaatkan fitur Google Maps untuk mengukur jarak, menentukan rute distribusi, serta membandingkan beberapa alternatif lokasi secara visual berdasarkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Hasil Kegiatan PkM

Evaluasi Kegiatan

Evaluasi kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) dilakukan untuk mengukur tingkat keberhasilan pelaksanaan pelatihan penggunaan Sistem Informasi Geografis (GIS) dalam penentuan lokasi industri, khususnya pada sektor UMKM. Evaluasi ini dilakukan melalui beberapa instrumen, yaitu pre-test dan post-test, observasi selama kegiatan berlangsung, serta kuesioner kepuasan peserta.

Berdasarkan hasil pre-test dan post-test, terjadi peningkatan pemahaman peserta secara signifikan. Sebelum pelatihan, sebagian besar peserta masih memiliki pemahaman yang terbatas terkait konsep GIS dan pemanfaatannya dalam analisis lokasi industri. Namun, setelah mengikuti pelatihan, peserta menunjukkan peningkatan kemampuan dalam memahami konsep dasar GIS, mengoperasikan aplikasi peta digital, serta melakukan analisis sederhana dalam menentukan lokasi usaha yang strategis. Selain itu, hasil observasi selama kegiatan menunjukkan bahwa peserta terlibat secara aktif dalam setiap tahapan pelatihan, terutama pada sesi praktik dan studi kasus. Peserta mampu mengikuti instruksi penggunaan aplikasi, berdiskusi dalam kelompok, serta menyusun hasil analisis lokasi industri secara mandiri. Hal ini menunjukkan bahwa metode pelatihan berbasis praktik yang digunakan mampu meningkatkan partisipasi dan pemahaman peserta secara efektif.

Dari sisi kepuasan, berdasarkan hasil kuesioner yang diberikan, mayoritas peserta menyatakan bahwa kegiatan pelatihan sangat bermanfaat dan relevan dengan kebutuhan mereka, khususnya dalam mendukung pengambilan keputusan terkait lokasi usaha. Peserta juga menilai bahwa materi yang diberikan mudah dipahami dan aplikatif, serta metode pelatihan yang digunakan menarik karena menggabungkan teori dan praktik secara langsung. Meskipun demikian, terdapat beberapa kendala yang ditemukan selama pelaksanaan kegiatan, seperti keterbatasan perangkat teknologi yang dimiliki oleh peserta, perbedaan tingkat literasi digital, serta keterbatasan waktu pelatihan. Namun, kendala tersebut dapat diatasi melalui pendampingan lanjutan serta penyediaan materi pelatihan yang dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta. Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjukkan bahwa kegiatan PkM ini berhasil mencapai tujuan yang telah ditetapkan, yaitu meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta dalam memanfaatkan GIS untuk penentuan lokasi industri. Selain itu, kegiatan ini juga memberikan dampak positif dalam mendorong pelaku UMKM untuk mulai memanfaatkan teknologi digital sebagai dasar pengambilan keputusan yang lebih efektif dan efisien. Berikut merupakan hasil dari tes yang di buat sebelum dan sesudah pelatihan berlangsung pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil Pre-Test dan Post-Test Peserta

No	Indikator Penilaian	Pre-Test (Rata-rata)	Post-Test (Rata-rata)	Peningkatan (%)
1	Pemahaman konsep dasar GIS	46	80	74%
2	Kemampuan penggunaan peta digital	42	78	86%
3	Analisis lokasi industri sederhana	40	75	88%
4	Pemahaman parameter lokasi industri	52	82	58%
Rata-rata keseluruhan		45.00	78.75	75%

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap 7 peserta, diperoleh bahwa nilai rata-rata pre-test masih berada pada kategori rendah hingga sedang, yang menunjukkan keterbatasan pemahaman awal peserta terkait penggunaan GIS dalam penentuan lokasi industri. Setelah mengikuti pelatihan, nilai rata-rata post-test mengalami peningkatan yang cukup signifikan pada seluruh indikator penilaian.

Peningkatan paling menonjol terlihat pada kemampuan analisis lokasi industri sederhana, yang menunjukkan bahwa pendekatan pelatihan berbasis praktik memberikan dampak langsung terhadap peningkatan keterampilan peserta. Secara keseluruhan, terjadi peningkatan rata-rata sebesar 75%, yang mengindikasikan bahwa kegiatan pelatihan ini efektif dalam meningkatkan pengetahuan dan kemampuan peserta dalam memanfaatkan GIS.

Penutup

Berdasarkan hasil pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) Pelatihan Penggunaan Sistem Informasi Geografis (GIS) dalam Penentuan Lokasi Industri pada Peta Digital, dapat disimpulkan bahwa kegiatan ini berhasil meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta, khususnya pelaku UMKM, dalam memanfaatkan teknologi GIS. Hal ini ditunjukkan melalui peningkatan hasil pre-test dan post-test serta kemampuan peserta dalam mengoperasikan aplikasi peta digital seperti Google Maps untuk melakukan analisis lokasi industri secara sederhana.

Selain itu, metode pelatihan partisipatif berbasis praktik terbukti efektif dalam mendorong keterlibatan aktif peserta serta mempermudah pemahaman materi yang diberikan. Peserta tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu mengaplikasikan langsung dalam bentuk pemetaan lokasi usaha yang lebih strategis berdasarkan parameter tertentu. Hasil evaluasi juga menunjukkan tingkat kepuasan peserta yang tinggi serta adanya dampak awal berupa kemampuan peserta dalam mengimplementasikan GIS secara mandiri. Dengan demikian, kegiatan ini memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan literasi digital masyarakat serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data, khususnya dalam penentuan lokasi industri. Ke depan, diperlukan pendampingan lanjutan agar pemanfaatan GIS dapat terus berkembang dan memberikan dampak yang lebih luas terhadap peningkatan daya saing usaha di tingkat lokal maupun regional.

Daftar Pustaka

- Abdelkarim, A., Abdelhafez, M., Elkhayat, K., Alshenaifi, M., Alfraidi, S., Aldersoni, & Ragab, A. (2024). Spatial Suitability Index for Sustainable Urban Development in Desert Hinterland Using a Geographical-Information-System-Based Multicriteria Decision-Making Approach. *Land*, 13(7), 986. <https://doi.org/10.3390/land13070986>
- Akindele, O., Ajayi, S., Oyegoke, A., Alaka, H., & Omotayo, T. (2023). Application of Geographic Information System (GIS) in construction: a systematic review. *Smart and Sustainable Built Environment*, 14(1), 210-236. <https://doi.org/10.1108/sasbe-01-2023-0016>
- Alogayell, H., Kamal, A., Alkadi, I., Ramadan, R., & Ramadan, M. (2024). Geospatial modeling of optimal zones for sustainable urbanization in southwestern NEOM, Saudi Arabia using geomatics techniques. *Frontiers in Built Environment*, 10. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2024.1379269>

- Alwedyan, S. (2023). Monitoring Urban Growth and Land Use Change Detection with Gis Techniques In Irbid City, Jordan. *International Review for Spatial Planning and Sustainable Development*, 11(1), 253-275. https://doi.org/10.14246/irspsd.11.1_253
- Arshad, M., Hasan, M., Mesfer, M., Alwan, B., Qureshi, M., & Eldirderi, M. (2023). Sustainable landfill sites selection using geospatial information and AHP-GDM approach: A case study of Abha-Khamis in Saudi Arabia. *Heliyon*, 9(6), e16432. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16432>
- Biju, B., Nagalli, A., & Moura, E. (2021). Geographic Information Systems supported by multi-criteria decision analysis to indicate potentially suitable areas for construction and demolition waste disposal. *Revista Brasileira De Ciências Ambientais (Online)*, 56(3), 470-479. <https://doi.org/10.5327/z21769478947>
- Cheng, W., Chu, Y., Xia, C., Zhang, B., Chen, J., Jia, M., ... & Wang, W. (2023). UrbanGenoGAN: pioneering urban spatial planning using the synergistic integration of GAN, GA, and GIS. *Frontiers in Environmental Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1287858>
- Ghalib, A., Mirza, S., Raza, D., Rafi, A., & Farhan, A. (2023). Valuation of socio-economic indicators for progressing urban sustainability under distinctive rubrics. *Transactions in Gis*, 27(5), 1318-1337. <https://doi.org/10.1111/tgis.13047>
- Khelili, M., Anoune, N., & Haoues, C. (2022). Assessment of Land Suitability for Urban Growth Using Multi-Criteria Decision Analysis by Integrating (GIS)and the (AHP) Method in Setif, Algeria. *International Journal of Innovative Studies in Sociology and Humanities*, 7(11), 14-25. <https://doi.org/10.20431/2456-4931.071102>
- Qiu, D., Lv, B., Chan, C., Huang, Y., & Si, K. (2023). How Does a Smart City Bridge Diversify Urban Development Trends? A systematic Bibliometric Analysis and Literature Study. *Sustainability*, 15(5), 4455. <https://doi.org/10.3390/su15054455>
- Quamar, M., Al-Ramadan, B., Khan, K., Shafiullah, M., & Ferik, S. (2023). Advancements and Applications of Drone-Integrated Geographic Information System Technology—A Review. *Remote Sensing*, 15(20), 5039. <https://doi.org/10.3390/rs15205039>
- Saban, A., Marini, I., & Aninam, J. (2024). Web-Based GIS Housing Marketing Information System in West Papua. *International Journal Software Engineering and Computer Science (Ijsecs)*, 4(3), 871-881. <https://doi.org/10.35870/ijsecs.v4i3.3195>
- Sari, S. and Türk, T. (2021). An investigation of urban development with geographical information systems: 100-year change of Sivas City, Turkey. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 6(1), 51-63. <https://doi.org/10.26833/ijeg.690216>
- Somantri, L. (2024). Spatial Modelling Analysis for Potential Expansion of Cipanas City Candidate Area as Autonomous City. *Forum Geografi*, 38(1), 57-73. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v38i1.3579>
- Torkayesh, A., Zolfani, S., Kahvand, M., & Khazaelpour, P. (2021). Landfill location selection for healthcare waste of urban areas using hybrid BWM-grey MARCOS model based on GIS. *Sustainable Cities and Society*, 67, 102712. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102712>
- Wang, Y., Kang, Y., Liu, H., Hou, C., Zhou, B., Ye, S., ... & Gao, S. (2023). Choosing GIS graduate programs from afar: Chinese students' perspectives. *Transactions in Gis*, 27(2), 450-475. <https://doi.org/10.1111/tgis.13037>
- Wu, X., Liu, J., & Hou, Y. (2025). Data and methods for assessing urban green infrastructure using GIS: A systematic review. *Plos One*, 20(6), e0324906. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0324906>