



# SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK MITIGASI BENCANA

Dr. Edward Gland Tetelepta., S.Kom., M.Kom.

# **SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK MITIGASI BENCANA**

Penulis : Dr. Edward Gland Tetelepta., S.Kom., M.Kom.  
Editor : Muhammad Rouf  
Desain Cover : Muzammil Akbar  
Ilustrasi : Hot Mods - Chatgpt

Ukuran: 15.5 x 23 cm; Hal: v + 138 (143)

Cetakan I, Februari 2024

ISBN 978-623-8450-90-9



## **Penerbit**

### **Insight Mediatama**

Anggota IKAPI No. 338/JTI/2022

Watesnegoro No. 4 (61385) Mojokerto

Whatsapp 087762245559

[www.insightmediatama.co.id](http://www.insightmediatama.co.id)

© All Rights Reserved Ketentuan Pidana Pasal 112-119 Undang-undang Nomor 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta. Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit dan penulis.

# **KATA PENGANTAR**

Buku ini dirancang sebagai panduan komprehensif mengenai penerapan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam mitigasi bencana. Tujuan utama buku ini adalah untuk menyediakan pengetahuan yang mendalam dan praktis mengenai bagaimana SIG dapat dimanfaatkan untuk meminimalisir dampak bencana alam, baik dari segi perencanaan maupun respons darurat.

Buku ini terbagi menjadi beberapa bab yang membahas berbagai aspek penting dari SIG dalam konteks mitigasi bencana. Di awal, pembaca akan diajak memahami dasar-dasar SIG, termasuk teknologi dan metodologi yang digunakan. Bab selanjutnya berfokus pada aplikasi SIG dalam analisis risiko bencana dan pengembangan sistem peringatan dini. Buku ini juga mengeksplorasi studi kasus dari berbagai penjuru dunia, memberikan wawasan tentang bagaimana SIG telah berhasil digunakan dalam mitigasi bencana secara nyata. Buku ini mendalami peran SIG dalam respons bencana, termasuk koordinasi evakuasi, distribusi bantuan, dan rencana pemulihan pasca-bencana. Diberikan juga pandangan tentang tantangan dan solusi yang muncul dalam penerapan SIG, serta prospek pengembangan teknologi SIG di masa depan untuk mitigasi bencana yang lebih efektif.

Dengan membaca buku ini diharapkan pembaca dapat menggali potensi penuh dari SIG dalam mitigasi bencana dan menerapkannya dalam konteks nyata. Harapan kami adalah buku ini tidak hanya menjadi sumber informasi yang berharga bagi para praktisi dan peneliti, tetapi juga sebagai inspirasi untuk inovasi lebih lanjut dalam teknologi SIG untuk masa depan yang lebih aman dari bencana.

**Penulis**

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iv</b>
<b>BAB 1 PENGANTAR SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS .....</b>	<b>1</b>
1.1.    Konsep Dasar SIG .....	1
1.2.    Teknologi dan Alat dalam SIG .....	6
1.3.    Data dalam SIG .....	9
1.4.    SIG dalam Kehidupan Sehari-hari.....	13
1.5.    Tantangan dan Masa Depan SIG .....	17
<b>BAB 2 SIG DAN MITIGASI BENCANA.....</b>	<b>21</b>
2.1.    Konsep Mitigasi Bencana.....	21
2.2.    Peran SIG dalam Mitigasi Bencana.....	25
2.3.    Studi Kasus Bencana dan SIG .....	29
2.4.    Integrasi SIG dengan Teknologi Lain .....	32
2.5.    Pengembangan Kapasitas dan Pelatihan SIG .....	35
<b>BAB 3 PEMODELAN DAN ANALISIS .....</b>	<b>39</b>
3.1.    Dasar Pemodelan SIG .....	39
3.2.    Analisis Spasial untuk Bencana .....	42
3.3.    SIG untuk Respon Bencana.....	45
3.4.    Perencanaan dan Pencegahan Bencana .....	49
3.5.    Kasus Sukses Penggunaan SIG .....	52
<b>BAB 4 TEKNOLOGI TERKINI.....</b>	<b>56</b>
4.1.    Inovasi dalam SIG .....	57
4.2.    SIG Mobile dan Aplikasinya.....	60
4.3.    Big Data dan SIG .....	64
4.4.    AI dan Machine Learning dalam SIG .....	67
4.5.    SIG dan Internet of Things (IoT).....	71

<b>BAB 5 IMPLEMENTASI DALAM BERBAGAI SEKTOR.....</b>	<b>76</b>
5.1. Sektor Pemerintahan.....	76
5.2. Sektor Swasta .....	80
5.3. Sektor Pendidikan dan Penelitian.....	83
5.4. Organisasi Non-Pemerintah dan LSM.....	86
5.5. Komunitas dan Masyarakat .....	90
<b>BAB 6 KEBIJAKAN, HUKUM, DAN ETIKA .....</b>	<b>95</b>
6.1. Kebijakan Nasional dan Internasional.....	95
6.2. Isu Hukum dan Kepemilikan Data .....	99
6.3. Etika dan Tanggung Jawab Sosial.....	102
6.4. Pengelolaan Sumber Daya dan Pendanaan.....	105
6.5. Kerjasama Internasional dan Diplomasi.....	107
<b>BAB 7 STUDI KASUS DAN APLIKASI NYATA .....</b>	<b>113</b>
7.1. Studi Kasus Nasional.....	113
7.2. Studi Kasus Internasional.....	118
7.3. Inovasi dan Pengembangan Teknologi.....	120
7.4. Peran Masyarakat dan LSM .....	124
7.5. Kesimpulan dan Arah Masa Depan.....	125
<b>RIWAYAT PENULIS .....</b>	<b>138</b>

# **BAB 1 PENGANTAR SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS**

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sebuah revolusi dalam cara kita memahami dan mengelola data yang berkaitan dengan lokasi geografis. Dengan kemampuan untuk mengintegrasikan data dari berbagai sumber dan menyajikannya dalam bentuk yang visual dan mudah dipahami, SIG telah membuka jalan baru dalam analisis dan pemetaan geografis. Teknologi ini tidak hanya memudahkan dalam mengidentifikasi pola dan tren yang terjadi di permukaan bumi, tetapi juga memungkinkan para penggunanya untuk membuat keputusan yang lebih tepat dan efektif berdasarkan informasi geografis yang akurat.

Perkembangan SIG telah mengalami banyak transformasi sejak awal diperkenalkannya. Awalnya, teknologi ini hanya tersedia bagi para ahli dan praktisi di bidang tertentu, seperti geografi dan perencanaan kota. Namun, dengan kemajuan teknologi informasi dan komunikasi, SIG kini telah menjadi alat yang penting dan dapat diakses oleh berbagai kalangan. Mulai dari pemerintahan hingga sektor swasta, pendidikan hingga penelitian, penggunaan SIG telah menyebar luas dan menjadi bagian integral dalam berbagai aspek kehidupan dan pekerjaan kita sehari-hari.

## **1.1. Konsep Dasar SIG**

Konsep dasar dari Sistem Informasi Geografis (SIG) berpusat pada pengelolaan dan analisis data yang memiliki referensi geografis atau spatial. Ini adalah suatu pendekatan yang menggabungkan teknik komputasi dan prinsip geografi untuk mengumpulkan, menyimpan, memproses, dan menyajikan informasi berbasis lokasi. Dengan SIG, informasi yang beragam bisa diintegrasikan dalam satu platform, memungkinkan pengguna untuk memvisualisasikan dan

## **BAB 2 SIG DAN MITIGASI BENCANA**

Sistem Informasi Geografis (SIG) telah menjadi alat penting dalam upaya mitigasi bencana, memberikan wawasan kritis yang membantu dalam perencanaan dan respons terhadap berbagai situasi darurat. Penggunaan SIG dalam konteks mitigasi bencana memungkinkan para ahli dan pengambil keputusan untuk menganalisis dan memahami data geografis yang berkaitan dengan risiko bencana, pola cuaca, topografi, dan demografi populasi. Dengan kemampuan ini, SIG membantu dalam identifikasi daerah rawan bencana, pemodelan skenario bencana, dan pengembangan rencana evakuasi yang efektif. Alat ini juga penting dalam memetakan sumber daya dan infrastruktur yang tersedia, yang sangat dibutuhkan saat terjadi bencana.

Selain itu, SIG berkontribusi besar dalam fase pasca-bencana, termasuk dalam upaya rekonstruksi dan pemulihan. Dengan menganalisis data yang dikumpulkan sebelum dan setelah bencana, SIG memungkinkan para profesional untuk menilai kerusakan, memprioritaskan area yang memerlukan bantuan paling mendesak, dan merencanakan distribusi sumber daya dengan lebih efisien. Penggunaan SIG dalam mitigasi bencana tidak hanya mengurangi dampak bencana terhadap kehidupan dan properti, tetapi juga meningkatkan ketangguhan komunitas terhadap bencana masa depan. Oleh karena itu, SIG telah menjadi komponen integral dalam manajemen risiko bencana di seluruh dunia, mendukung upaya dalam meminimalisir kerugian dan memaksimalkan efektivitas respons bencana.

### **2.1. Konsep Mitigasi Bencana**

Mitigasi bencana merupakan konsep penting dalam manajemen bencana, yang berfokus pada upaya-upaya untuk mengurangi risiko dan dampak bencana terhadap masyarakat dan lingkungan. Konsep ini melibatkan serangkaian strategi

## **BAB 4 TEKNOLOGI TERKINI**

Dalam era modern ini, teknologi terkini dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) telah mengalami perkembangan signifikan, khususnya dalam konteks mitigasi bencana. Kemajuan teknologi seperti penginderaan jauh, kecerdasan buatan (AI), analisis big data, dan Internet of Things (IoT) telah meningkatkan kemampuan SIG dalam mengelola, menganalisis, dan memvisualisasikan data geospasial. Penggunaan teknologi canggih ini dalam SIG memungkinkan para ahli dan pengambil keputusan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang risiko bencana dan mengembangkan strategi mitigasi yang lebih efektif. Dengan kemampuan untuk mengintegrasikan dan menganalisis data dari berbagai sumber secara real-time, SIG kini dapat memprediksi area yang berpotensi mengalami bencana, memetakan jalur evakuasi yang efisien, dan merencanakan distribusi sumber daya darurat dengan lebih akurat.

Salah satu terobosan dalam SIG untuk mitigasi bencana adalah penggunaan data penginderaan jauh dari satelit, yang memberikan gambaran menyeluruh tentang kondisi geografis suatu wilayah sebelum dan setelah terjadinya bencana. Teknologi ini memungkinkan pemantauan perubahan lingkungan secara dinamis dan real-time, memberikan informasi vital untuk peringatan dini dan respons cepat terhadap bencana. Selain itu, integrasi AI dan pembelajaran mesin dalam SIG telah membuka peluang untuk analisis data yang lebih canggih, memungkinkan identifikasi pola dan prediksi risiko bencana dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi. Teknologi-teknologi ini, dikombinasikan dengan peningkatan kapasitas komputasi dan aksesibilitas data, telah mengubah cara kita memahami dan merespons bencana, membuka jalan bagi pendekatan yang lebih proaktif dan efisien dalam manajemen bencana.

## **BAB 5 IMPLEMENTASI DALAM BERBAGAI SEKTOR**

Implementasi Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam berbagai sektor untuk mitigasi bencana telah mengalami tren peningkatan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Kemampuan SIG untuk mengolah dan menganalisis data spasial dalam jumlah besar dengan cepat dan efisien menjadikannya alat yang berharga untuk mendukung pengambilan keputusan serta respons saat terjadi bencana. Ketika bencana besar terjadi, keberhasilan penyelamatan bergantung pada kedatangan cepat di lokasi bencana dan mobilisasi personel, material, dan pasokan yang tepat waktu. Setiap aspek dalam respons bencana, seperti reaksi, respon, dan keputusan, dapat diperkuat melalui penggunaan SIG. Sebagai contoh, SIG digunakan dalam manajemen bencana mulai dari identifikasi dan penilaian risiko bencana, seperti gempa bumi, badai, dan banjir, hingga perencanaan mitigasi, persiapan, respons, dan pemulihan, menunjukkan pentingnya teknologi ini dalam mengelola situasi bencana (Zeng, 2000).

### **5.1. Sektor Pemerintahan**

Dalam sektor pemerintahan implementasi Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mitigasi bencana telah menjadi komponen penting dalam strategi pengelolaan risiko dan respons bencana. SIG memungkinkan analisis data spasial yang canggih dan efisien, mendukung pembuat kebijakan dalam mengidentifikasi area berisiko tinggi, merencanakan evakuasi, dan mengalokasikan sumber daya dengan lebih tepat. Penggunaan SIG dalam manajemen bencana meliputi identifikasi dan penilaian risiko bencana seperti gempa bumi, badai, dan banjir. Hal ini memungkinkan pemerintah untuk mengembangkan rencana mitigasi yang efektif, mempersiapkan respons cepat, dan memfasilitasi upaya pemulihan. Sebagai contoh, pemerintah dapat

## **BAB 6 KEBIJAKAN, HUKUM, DAN ETIKA**

Dalam penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mitigasi bencana, kebijakan, hukum, dan etika memainkan peran yang sangat penting. Kebijakan dan regulasi yang tepat tidak hanya memastikan penggunaan SIG secara efektif tetapi juga menjaga integritas dan keamanan data yang digunakan. Hal ini penting mengingat sensitivitas informasi geografis yang seringkali terkait dengan privasi individu dan keamanan nasional. Di sisi lain, aspek etika dalam penggunaan SIG berkaitan dengan tanggung jawab moral dalam pengumpulan, pengolahan, dan distribusi informasi. Hal ini menjadi krusial, terutama dalam situasi darurat bencana, di mana kecepatan dan akurasi informasi sangat menentukan efektivitas respons bencana. Oleh karena itu, pengembangan dan penerapan kebijakan, hukum, dan etika yang kuat dan transparan dalam SIG tidak hanya mendukung efisiensi dalam mitigasi bencana tetapi juga menjamin penggunaan teknologi ini dengan cara yang bertanggung jawab dan etis.

### **6.1. Kebijakan Nasional dan Internasional**

Kebijakan nasional dan internasional dalam konteks Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mitigasi bencana memainkan peran kunci dalam pengurangan risiko bencana. SIG, sebagai alat untuk manajemen dan analisis data spasial, digunakan untuk merencanakan dan mengimplementasikan strategi mitigasi bencana. Pada tingkat nasional, kebijakan dan regulasi SIG seringkali terintegrasi dalam kerangka kerja pengelolaan bencana, memastikan bahwa data dan informasi geospasial yang akurat tersedia untuk perencanaan darurat dan tanggap bencana. Internasional, kerjasama dan standar bersama dalam SIG memungkinkan pertukaran data dan praktik terbaik, meningkatkan efektivitas tanggap bencana

## **BAB 7 STUDI KASUS DAN APLIKASI NYATA**

Dalam konteks tata ruang, Sistem Informasi Geografis (SIG) telah membuktikan dirinya sebagai alat yang sangat berharga melalui berbagai studi kasus dan aplikasi nyata. SIG memungkinkan para perencana dan pembuat kebijakan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan memvisualisasikan data ruang secara efisien, membantu dalam membuat keputusan yang berdasarkan informasi. Aplikasi SIG dalam tata ruang mencakup berbagai aspek mulai dari perencanaan perkotaan, pengelolaan sumber daya alam, hingga mitigasi dampak lingkungan. Dengan kemampuannya dalam mengolah data spasial yang kompleks, SIG membantu dalam mengidentifikasi area prioritas untuk pembangunan, mengoptimalkan penggunaan lahan, dan meminimalkan konflik penggunaan lahan.

Berbagai studi kasus menunjukkan bagaimana SIG telah diaplikasikan dalam proyek-proyek tata ruang skala besar. Misalnya, dalam pengembangan infrastruktur perkotaan, SIG digunakan untuk menganalisis pola pertumbuhan kota dan mengidentifikasi area yang membutuhkan pengembangan infrastruktur seperti jalan dan fasilitas publik. Di sektor lingkungan, SIG digunakan untuk memetakan daerah rawan bencana alam atau polusi, membantu dalam perencanaan mitigasi dan respons darurat. Studi kasus ini tidak hanya menunjukkan kapabilitas teknis dari SIG, tetapi juga dampak sosial dan ekonomi yang luas dari penerapannya dalam perencanaan dan pengelolaan ruang.

### **7.1. Studi Kasus Nasional**

Bagaimana SIG dapat dimanfaatkan secara efektif dalam perencanaan dan pengelolaan wilayah di tingkat negara. Melalui studi kasus ini, kita dapat melihat penerapan

## DAFTAR PUSTAKA

- Alan, M., & Maria, K. (2017). *Urban Planning For Disaster Recovery*.
- Bolstad, P. V. (2002). GIS Fundamentals. In *GIS Fundamentals* (Issue January 2002). <https://doi.org/10.1201/9781315380568>
- Breen, J. J., & Parrish, D. R. (2013). No Title. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 10(2), 477–495. <https://doi.org/doi:10.1515/jhsem-2013-0014>
- Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1999). Principles of Geographical Information Systems. *Economic Geography*, 75(4), 422. <https://doi.org/10.2307/144481>
- Carbonara, N., Costantino, N., Gunnigan, L., & Pellegrino, R. (2015). Risk Management in Motorway PPP Projects: Empirical-based Guidelines. *Transport Reviews*, 35(2), 162–182. <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1012696>
- Claudia, T. D., & Timothy, J. (2019). Augmented Reality and Virtual Reality. In *Studies in Health Technology and Informatics* (Vol. 29). <https://doi.org/10.3233/978-1-60750-873-1-327>
- Coppola, D. P. (2015). Introduction to International Disaster Management. In *Introduction to International Disaster Management*, Second Edition. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-64027-7>
- D. Colby, J. (2019). GIS for Watershed Characterization and Modeling. *Encyclopedia of Water*, 1–20. <https://doi.org/10.1002/9781119300762.wsts0095>
- Dibiase, D., Harvey, F., Goranson, C., & Wright, D. (2012). The GIS Professional Ethics Project: Practical Ethics for GIS Professionals. *Teaching Geographic Information Science and Technology in Higher Education*, 2009, 199–209. <https://doi.org/10.1002/9781119950592.ch14>
- Elsisi, M., Tran, M.-Q., Mahmoud, K., Mansour, D.-E. A.,

- Lehtonen, M., & Darwish, M. M. F. (2021). Towards Secured Online Monitoring for Digitalized GIS Against Cyber-Attacks Based on IoT and Machine Learning. *IEEE Access*, 9, 78415–78427. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3083499>
- Furberg, D. (2020). *GIS I REGIONAL*.
- George, H., Jane, B., & Damon, C. (2011). Emergency Management. In *Journal of Homeland Security and Emergency Management* (Vol. 5, Issue 1). <https://doi.org/10.2202/1547-7355.1432>
- Goodchild, M. F. (1992). Goodchild-Geographical-Information-Science. In *International Journal of Geographic Information Systems* (Vol. 6, Issue 1, pp. 31–45).
- Hasnawi, U. U. A. M. R. R. H. (2009). Penentuan Lokasi Pengembangan Budidaya Tambak Berkelanjutan Dengan Aplikasi Sistem Informasi Geografis Di Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Riset Akuakultur*, Vol 4, No 3 (2009): (Desember 2009), 407–423.
- Herningtyas, R., & Surwandono, S. (2014). Diplomasi Bencana Alam sebagai Saran Meningkatkan Kerjasama Internasional. *Jurnal Hubungan Internasional*, 3(2), 181–188. <https://doi.org/10.18196/hi.2014.0060.181-188>
- Honbo, Z. (2013). *The The Internet Internet*.
- Huisan, O., & De, R. A. (2009). *Principles Of Geographic Information Systems* (Vol. 127). <https://doi.org/10.1016/j.jmva.2014.02.006>
- Hussain, M., Arsalan, M. H., Siddiqi, K., Naseem, B., & Rabab, U. (2005). Emerging geo-information technologies (GIT) for natural disaster management in Pakistan: an overview. *Proceedings of 2nd International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 2005*. *RAST 2005.*, 487–493. <https://doi.org/10.1109/RAST.2005.1512618>
- Ika, S., Siti, A., & Dias, A. (2022). Analisis Kebutuhan

- Pengembangan E-Book Mitigasi Bencana Gempa Bumi untuk Disabilitas Anak Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 5193–5202. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.3080>
- ISHIDA, E., & FUKUWA, N. (1996). A GIS for the Effective Use of Information concerning for Earthquake Disaster Prevention. *Theory and Applications of GIS*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.5638/thagis.4.1>
- Islam, T., & Ryan, J. (2016). *Chapter 4 - Mitigation in the Private Sector* (T. Islam & J. B. T.-H. M. in E. M. Ryan (eds.); pp. 101–124). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-420134-7.00004-7>
- Jack, P. (2008). *Disaster Management Handbook*.
- Johnson, C., & Boshier, L. (2013). Disaster Risk Reduction. In *Environmental Hazards*. <https://doi.org/10.4324/9781351261647-6>
- Johnson, G. O. (1995). *GIS Applications in Emergency Management BT - Computer Supported Risk Management* (G. E. G. Beroggi & W. A. Wallace (eds.); pp. 133–142). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-011-0245-2\\_8](https://doi.org/10.1007/978-94-011-0245-2_8)
- Juariah, J. (2009). Pemenuhan Hak Konsumen di Institusi Pelayanan Kesehatan di Kota Bandung dan Kota Cimahi. *Kesmas: National Public Health Journal*, 3(6), 282. <https://doi.org/10.21109/kesmas.v3i6.208>
- Karimi, H. A. (2009). Handbook Of Research On Geoinformatics. In *Handbook of Research on Geoinformatics*. <https://doi.org/10.4018/978-1-59140-995-3.ch024>
- LaPorte, R. E., & Chiu, W.-T. (2008). *Strategic plan: building a international strategy for risk reduction supercourse BT - Reconstructive Neurosurgery* (W.-T. Chiu, Y.-H. Chiang, M.-C. Kao, C.-C. Hung, S.-Z. Lin, H.-J. Chen, S. F. T. Tang, & B. J. Hoffer (eds.); pp. 79–81). Springer Vienna.

- Laurent, F., Anker, W., & Graillot, D. (2006). *Cartographic Modelling with Geographical Information Systems for Determination of Water Resources Vulnerability*.
- Li, J., Xia, H., Qin, Y., Fu, P., Guo, X., Li, R., & Zhao, X. (2022). Web GIS for Sustainable Education: Towards Natural Disaster Education for High School Students. *Sustainability (Switzerland)*, 14(5), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su14052694>
- Longley, P. A., Goodchild, M., Maguire, D., & Rhind, D. (1999). Geographical information systems. In *Progress in Physical Geography* (Vol. 17, Issue 4). <https://doi.org/10.1177/030913339301700407>
- Maharani, D., Afifuddin, M., Putri, D. A., Setiawan, K., & Ansari, S. A. (2019). Braille Monopoly Game as a Tool of Disaster Mitigation Education for Visual Disabilities. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 273(1), 12042. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/273/1/012042>
- Margareta, W. (2010). Geoinformation for Disaster and Risk Management. Examples and Best Practices. In *English* (Vol. 2010, Issue 1. Auflage). [http://www.isprs.org/news/announcements/Geoinformation\\_for\\_Disaster\\_and\\_Risk\\_Management.pdf](http://www.isprs.org/news/announcements/Geoinformation_for_Disaster_and_Risk_Management.pdf)
- Mark, S. (2011). *Information Security*.
- Mukhadis, A. (2009). Pengembangan Kemampuan Emulasi Melalui Teaching Industries Dalam Bidang Teknologi. *Kampus: Jl. Semarang*, 32(2), 65145.
- Narang, N., Hoysala, O., Arlekar, S., Chadgar, A., & Asundi, J. (2012). Developing GIS tools for planning, mitigation and preparedness for large scale emergencies and disasters. *International Journal of System of Systems Engineering*, 3(2), 142–153. <https://doi.org/10.1504/IJSSE.2012.048451>
- Nirmalasari Nining, S. junaiti. (2020). Manajemen Mitigasi Bencana Menggunakan Teknologi. *Jurnal Penelitian Kesehatan*, 11(4), 414–417.

- Obe, O. R., & Hsu, S. L. (2015). *PostGIS in Action (2nd ed.)*.
- Perera, K., & Tateishi, R. (2014). MODIS data based semi-real time media GIS contents to support natural disaster mitigation. *International Journal of Multidisciplinary Studies*, 1(2), 1. <https://doi.org/10.4038/ijms.v1i2.47>
- Qihao, W. (2010). Remote Sensing and GIS Integration. In *Managing Human and Social Systems*. <https://doi.org/10.1201/9781003053514-17>
- Rocha, J., & Abrantes, P. (2019). Geographic Information Systems and Science. In *Manual of Geospatial Science and Technology, Second Edition*. <https://doi.org/10.1201/9781420087345-c26>
- Rokhim, D., Asrori, M., & Widarti, H. (2020). Pengembangan Virtual Laboratory Pada Praktikum Pemisahan Kimia Terintegrasi Telefon Pintar. *JKTP: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 3(2), 216–226. <https://doi.org/10.17977/um038v3i22020p216>
- Sarker, M. N. I., Peng, Y., Yiran, C., & Shouse, R. C. (2020). Disaster resilience through big data: Way to environmental sustainability. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 51, 101769. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101769>
- Shad, K. U. R. (2006). Disaster Management and GIS. *2006 International Conference on Advances in Space Technologies*, 6–10. <https://doi.org/10.1109/ICAST.2006.313787>
- Shaw, R., Arnold, M., & Ishiwatari, M. (2011). *Community-based Disaster Risk Management*. 1–9. [http://wbi.worldbank.org/wbi/Data/wbi/wbicms/files/drupal-acquia/wbi/drm\\_kn2-1.pdf](http://wbi.worldbank.org/wbi/Data/wbi/wbicms/files/drupal-acquia/wbi/drm_kn2-1.pdf)
- Sickle, J. Van. (2008). *GPS For Land Surveyors*.
- TAO, W. (2013). Interdisciplinary urban GIS for smart cities: advancements and opportunities. *Geo-Spatial Information Science*, 16(1), 25–34. <https://doi.org/10.1080/10095020.2013.774108>

- Tatham, P., Spens, K., & Kovács, G. (2017). The humanitarian common logistic operating picture: a solution to the inter-agency coordination challenge. *Disasters*, 41(1), 77–100. <https://doi.org/10.1111/disa.12193>
- Tomaszewski, B. (2021). *GIS For Disaster Management*.
- Vijay, S. (2016). Chow ' s Handbook of Applied Hydrology. In *Chow's Handbook of Applied Hydrology* (Issue November).
- Wang, Y., Yan, J., Sun, Q., Li, J., & Yang, Z. (2019). A MobileNets Convolutional Neural Network for GIS Partial Discharge Pattern Recognition in the Ubiquitous Power Internet of Things Context: Optimization, Comparison, and Application. *IEEE Access*, 7, 150226–150236. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2946662>
- White, P., Pelling, M., Sen, K., Seddon, D., Russell, S., & Few, R. (2005). Disaster risk reduction. A development concern. *DFID Department for International Development*, 1–8.
- Wu, J., Feng, Q., Liang, B., & Wang, A. (2007). The integrated information system for natural disaster mitigation. *Data Science Journal*, 6(SUPPL.), 453–459. <https://doi.org/10.2481/dsj.6.S453>
- Zeiler, M. (1999). *Modeling our world : the ESRI guide to geodatabase design*.
- Zeng, S.-H. (2000). The Application of Geographical Information System on Disaster Mitigation and Management. In M.-T. Wang (Ed.), *Proceedings of the 17th IAARC/CIB/IEEE/IFAC/IFR International Symposium on Automation and Robotics in Construction* (pp. 1–4). International Association for Automation and Robotics in Construction (IAARC). <https://doi.org/10.22260/ISARC2000/0128>
- Zhang, J., & Tao, D. (2021). Empowering Things With Intelligence: A Survey of the Progress, Challenges, and Opportunities in Artificial Intelligence of Things. *IEEE*

*Internet of Things Journal*, 8(10), 7789–7817.  
<https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.3039359>