

QR-Relief e-Logistics System for Accelerating Aid Distribution to Flood-Affected Households through QR Verification and Monitoring Dashboard

Sistem QR-Relief e-Logistik untuk Percepatan Distribusi Bantuan Sembako Keluarga Terdampak Banjir melalui Verifikasi QR dan Dashboard Monitoring

Rahman Pradipta¹, Khairul Muttaqin², Rahmad Bahri³, Nurul Fadillah⁴, Ahmad Ihsan⁵, Liza Fitria⁶, Iskandar⁷

Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Samudra^{1,2,3,4,5,6}

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Samudra⁷

*rahman.pradipta@unsam.ac.id¹, khairulmuttaqin@unsam.ac.id²,
rahmadbahri@unsam.ac.id³, nurulfadillah@unsam.ac.id⁴, ahmadihsan@unsam.ac.id⁵,
lizafitria@unsam.ac.id⁶, iskandar64@unsam.ac.id⁷

Disubmit : 25 Februari 2026, Diterima :20 Maret 2026, Terbit: 12 April 2026

ABSTRACT

Recurring hydrometeorological floods in le Bintah Village, Manyak Payed District, Aceh Tamiang Regency have caused significant challenges in the distribution of basic food assistance to affected communities. The manual distribution process results in long queues, recording errors, potential duplication of recipients, and low transparency and accountability. This community service program aims to improve the effectiveness, efficiency, and accuracy of aid distribution through the implementation of the QR-Relief e-Logistics system based on QR-Code and a monitoring dashboard. The method includes socialization, training, technology implementation, and assistance with evaluation. The system is implemented through the development of a standardized recipient database, generation of unique QR-Codes for each household, and the use of scanning systems for verification and real-time monitoring. The results show significant improvements, including a 70% reduction in verification time, a decrease in duplicate recipients to below 2%, and an increase in distribution accuracy to over 95%. In addition, the digital capacity of village officials and volunteers has improved. Therefore, the QR-Relief e-Logistics system is proven to be effective in enhancing the speed, accuracy, and accountability of post-disaster aid distribution.

Keywords: E-Logistics, QR-Code, Aid Distribution, Flood, Digitalization

ABSTRAK

Banjir hidrometeorologi yang terjadi secara berulang di Desa le Bintah, Kecamatan Manyak Payed, Kabupaten Aceh Tamiang menimbulkan permasalahan serius dalam distribusi bantuan sembako kepada masyarakat terdampak. Proses distribusi yang masih dilakukan secara manual menyebabkan antrean panjang, kesalahan pencatatan, potensi duplikasi penerima, serta rendahnya transparansi dan akuntabilitas. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan ketepatan sasaran distribusi bantuan melalui penerapan sistem QR-Relief e-Logistik berbasis QR-Code dan dashboard monitoring. Metode pelaksanaan meliputi tahapan sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, serta pendampingan dan evaluasi. Implementasi sistem dilakukan melalui penyusunan database penerima, pembuatan QR-Code unik per keluarga, serta penggunaan sistem pemindaian untuk verifikasi penerima dan monitoring distribusi secara real-time. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan signifikan, yaitu penurunan waktu verifikasi hingga 70%, penurunan duplikasi penerima hingga di bawah 2%, serta peningkatan transparansi dan ketepatan distribusi hingga lebih dari 95%. Selain itu, terjadi peningkatan kapasitas digital aparat desa dan relawan. Dengan demikian, sistem QR-Relief e-Logistik terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas distribusi bantuan pascabencana secara cepat, tepat, dan akuntabel.

Kata Kunci: E-Logistik, QR-Code, Distribusi Bantuan, Banjir, Digitalisasi

1. Pendahuluan

Desa le Bintang merupakan wilayah dengan tingkat kerentanan tinggi terhadap banjir hidrometeorologi akibat kondisi geografis berupa dataran rendah dan kedekatan dengan aliran sungai. Banjir yang terjadi secara berkala menyebabkan gangguan terhadap aktivitas sosial, ekonomi, dan kesehatan masyarakat (Hidayat et al., 2021; Kurniawan & Sari, 2022; Guha-Sapir et al., 2016). Dampak banjir tidak hanya terbatas pada kerusakan fisik, tetapi juga mempengaruhi kualitas lingkungan dan meningkatkan risiko penyakit akibat kontaminasi air dan sanitasi yang buruk (Ahmed et al., 2020; Bain et al., 2014; World Health Organization, 2017). Selain itu, kondisi pascabencana sering memperburuk akses masyarakat terhadap air bersih dan layanan kesehatan, sehingga meningkatkan kerentanan kelompok rentan seperti lansia dan anak-anak (Howard et al., 2016; O'Brien et al., 2018).

Permasalahan utama pascabencana adalah distribusi bantuan sembako yang masih dilakukan secara manual. Sistem ini menimbulkan berbagai kendala seperti antrean panjang, kesalahan pencatatan, duplikasi penerima, serta keterlambatan distribusi. Selain itu, keterbatasan sistem monitoring menyebabkan sulitnya melakukan kontrol stok dan evaluasi distribusi secara real-time. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem distribusi bantuan yang konvensional belum mampu menjawab kebutuhan penanganan bencana yang cepat, tepat, dan transparan (Nurhayati et al., 2020; Suryani et al., 2021; Setiawan et al., 2019). Ketidakefisienan dalam distribusi bantuan juga dapat berdampak pada ketimpangan akses bantuan dan menurunkan tingkat kepercayaan masyarakat terhadap lembaga penyalur bantuan (Coppola, 2015; Rahman et al., 2022).

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan solusi berbasis teknologi yang mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan transparansi distribusi bantuan. Solusi yang ditawarkan adalah penerapan sistem QR-Relief e-Logistik berbasis QR-Code dan dashboard monitoring sebagai sistem verifikasi dan pengelolaan distribusi bantuan secara digital. Pendekatan digital dalam manajemen distribusi bantuan telah banyak dikembangkan sebagai bagian dari transformasi sistem logistik kemanusiaan yang lebih modern dan adaptif (Liu et al., 2019; Wang et al., 2018; Ivanov et al., 2019). Pemanfaatan teknologi informasi dalam logistik bencana juga terbukti mampu meningkatkan responsivitas dan efektivitas distribusi bantuan dalam kondisi darurat (Altay & Green, 2006; Dubey et al., 2019).

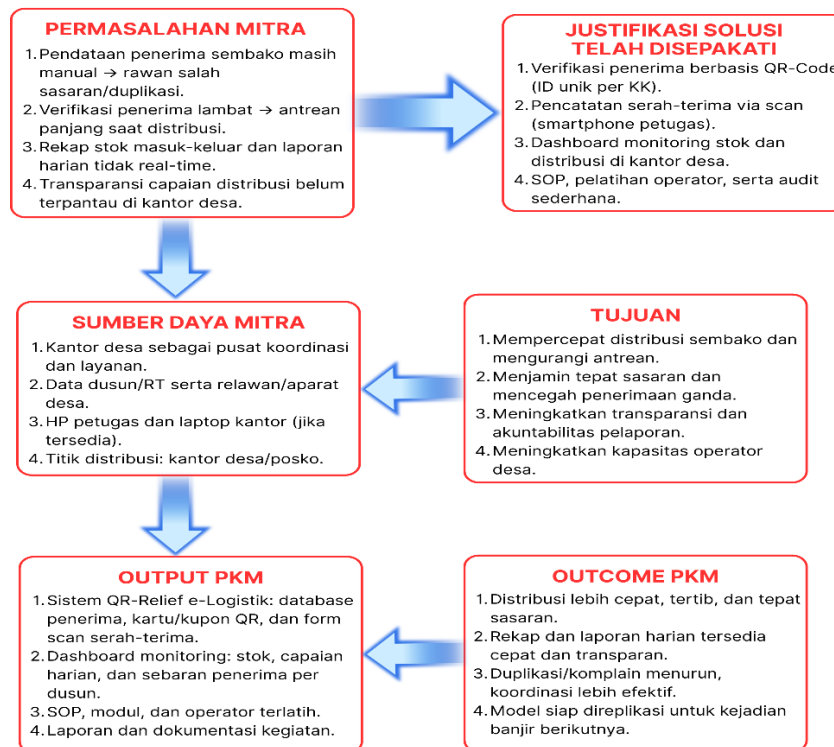
Penggunaan teknologi seperti QR-Code dan sistem berbasis database terbukti mampu meningkatkan akurasi identifikasi penerima, mempercepat proses verifikasi, serta meminimalkan kesalahan administratif yang sering terjadi pada sistem manual (Putra et al., 2021; Wang et al., 2018; Kshetri, 2018). Selain itu, sistem monitoring berbasis dashboard memungkinkan pengambilan keputusan secara cepat melalui penyajian data distribusi secara real-time, sehingga mendukung efektivitas koordinasi antar pemangku kepentingan dalam situasi darurat (Liu et al., 2019; Dubey et al., 2019). Integrasi teknologi ini menjadi bagian penting dalam penguatan sistem logistik berbasis data yang transparan dan terukur (Papadopoulos et al., 2017).

Dalam konteks penanganan bencana, transparansi dan akuntabilitas menjadi aspek penting yang harus diperhatikan dalam proses distribusi bantuan. Ketidakjelasan data penerima dan lemahnya sistem pelaporan dapat menimbulkan ketidakpercayaan masyarakat serta potensi konflik sosial di tingkat lokal (O'Brien et al., 2018; Suryani et al., 2021). Oleh karena itu, integrasi sistem digital dalam distribusi bantuan tidak hanya berfungsi sebagai alat teknis, tetapi juga sebagai mekanisme kontrol sosial yang dapat meningkatkan kepercayaan publik terhadap pemerintah dan lembaga penyalur bantuan (Nurhayati et al., 2020; Papadopoulos et al., 2017). Selain meningkatkan efisiensi operasional, penerapan sistem e-logistik berbasis QR-Code juga berkontribusi dalam peningkatan kapasitas sumber daya manusia di tingkat desa. Melalui pelatihan dan pendampingan, aparat desa dan relawan dapat mengembangkan keterampilan

dalam pengelolaan data digital, penggunaan teknologi informasi, serta penyusunan laporan berbasis sistem (Setiawan et al., 2019; Rahman et al., 2022). Hal ini sejalan dengan upaya penguatan ketahanan masyarakat terhadap bencana melalui peningkatan literasi digital dan kesiapsiagaan berbasis teknologi, sehingga desa tidak hanya responsif dalam kondisi darurat, tetapi juga adaptif dalam menghadapi risiko bencana di masa depan (Kshetri, 2018; Dubey et al., 2019).

2. Metode

Metode pelaksanaan program pengabdian ini dirancang melalui tahapan terstruktur agar digitalisasi distribusi sembako dapat berjalan efektif, tepat sasaran, dan dapat dioperasikan mandiri oleh mitra di kantor desa. Kegiatan diawali dengan identifikasi permasalahan dan asesmen alur distribusi yang selama ini diterapkan, termasuk pemetaan data penerima per dusun/RT, kategori prioritas, serta titik layanan pembagian di kantor desa/posko. Selanjutnya dilakukan sosialisasi kepada pemerintah desa, perangkat dusun, dan relawan mengenai tujuan program, prinsip verifikasi penerima, serta mekanisme transparansi pelaporan melalui sistem QR-Relief e-Logistik. Tahap inti adalah pembangunan sistem yang mencakup penyusunan basis data penerima, pembuatan kartu/kupon QR unik per keluarga, penyiapan form pemindaian (scan) serah-terima menggunakan smartphone petugas, serta pengembangan dashboard monitoring untuk stok masuk–keluar dan capaian distribusi harian di kantor desa. Setelah sistem siap, tim melaksanakan pelatihan operator mitra terkait prosedur input data, verifikasi QR, penanganan kasus lapangan (misalnya QR hilang atau data tidak sesuai), dan penyusunan laporan otomatis. Program ditutup dengan pendampingan implementasi pada sesi distribusi nyata, evaluasi kinerja sistem (kecepatan layanan, potensi duplikasi, ketertiban data), serta penguatan tim pengelola e-logistik desa melalui SOP operasional dan mekanisme pemutakhiran data agar sistem tetap berkelanjutan untuk kejadian banjir berikutnya.



Gambar 1. Diagram justifikasi solusi dalam penyelesaian masalah mitra

Tahapan atau langkah-langkah pelaksanaan solusi untuk mengatasi permasalahan mitra pada program Sistem QR-Relief e-Logistik: Digitalisasi Percepatan Distribusi Sembako Keluarga

Terdampak Banjir melalui Verifikasi QR dan Dashboard Monitoring dilaksanakan secara bertahap dan terukur agar sistem dapat dioperasikan secara mandiri oleh aparat desa dan relawan di kantor desa sebagai berikut :

a. Sosialisasi

Tahap awal dilakukan sosialisasi kepada Pemerintah Desa Ie Bintah, perangkat dusun/RT, relawan posko, tokoh masyarakat, dan perwakilan warga penerima manfaat. Sosialisasi berisi pemaparan kendala distribusi sembako pascabanjir (antrean, verifikasi lambat, potensi duplikasi, dan rekap manual), tujuan program, manfaat sistem verifikasi QR serta dashboard monitoring, alur kerja layanan di kantor desa, dan komitmen mitra dalam pengelolaan data dan operasional distribusi. Pada tahap ini juga dilakukan asesmen teknis singkat, meliputi pemetaan titik layanan (meja verifikasi–pengambilan paket), ketersediaan perangkat (HP petugas/laptop kantor), kualitas jaringan minimal, serta validasi awal daftar penerima per dusun/RT.

b. Pelatihan

Pelatihan diberikan kepada operator mitra (aparat desa/relawan yang ditunjuk) dan perwakilan perangkat dusun/RT. Materi pelatihan meliputi: penataan basis data penerima (ID unik per keluarga, kategori prioritas), prosedur pemindaian QR saat serah-terima, pembaruan data penerima bila terjadi perubahan di lapangan, serta penanganan kasus khusus (QR hilang/rusak, data tidak cocok, penerima pengganti yang sah). Selain itu, operator dilatih membaca dashboard untuk memantau stok, capaian distribusi, dan sebaran penerima per wilayah. Output tahap ini adalah tersusunnya SOP layanan distribusi, SOP verifikasi, serta format laporan harian yang sederhana dan mudah dijalankan.

c. Penerapan Teknologi

Tahap inti berupa penerapan teknologi melalui penyusunan database penerima final, pembuatan kartu/kupon QR unik per keluarga, penyiapan form pemindaian (scan) serah-terima berbasis smartphone, serta pembangunan dashboard monitoring di kantor desa. Selanjutnya dilakukan penataan alur layanan fisik di kantor desa/posko (misalnya loket verifikasi–loket pengambilan), pemasangan poster panduan/SOP, dan uji coba sistem menggunakan skenario simulasi (uji kecepatan layanan, uji deteksi duplikasi, dan uji rekap otomatis stok masuk–keluar). Setelah uji coba, sistem disesuaikan agar responsif terhadap kondisi lapangan (misalnya pembagian per sesi per dusun atau prioritas kelompok rentan).

d. Pendampingan dan Evaluasi

Pendampingan dilakukan secara berkala pada saat pelaksanaan distribusi untuk memastikan sistem berjalan stabil dan operator mampu menjalankan SOP secara mandiri. Evaluasi mencakup: waktu layanan per penerima, kejadian duplikasi atau salah sasaran yang berhasil dicegah, ketepatan rekap stok, kualitas laporan harian, serta umpan balik warga terkait ketertiban antrean. Hasil evaluasi digunakan untuk perbaikan mekanisme operasional, seperti penyesuaian jadwal layanan, penguatan verifikasi data, serta penyederhanaan tampilan dashboard agar lebih mudah dibaca oleh petugas.

e. Keberlanjutan Program

Untuk menjamin keberlanjutan, dibentuk atau diperkuat Tim Pengelola e-Logistik Desa berbasis kantor desa yang bertanggung jawab atas pengelolaan database, pencetakan/penggantian kartu QR, pengoperasian sistem saat distribusi, serta penyimpanan arsip laporan. Pemerintah desa dilibatkan dalam dukungan kelembagaan melalui penetapan penanggung jawab, pengawasan pelaksanaan SOP, dan rencana replikasi saat bencana berikutnya atau untuk bantuan jenis lain. Program ditutup dengan serah terima sistem (database, template QR, dashboard), penyerahan dokumen SOP dan panduan operator, serta kesepakatan mekanisme pemutakhiran data dan audit sederhana agar sistem tetap konsisten, transparan, dan dapat dipertanggungjawabkan.

Tabel 1. Peran Aktor dalam Pelaksanaan Program QR-Relief e-Logistik

| Aktor | Peran dan Kontribusi Spesifik |
|--|---|
| Tim Dosen | Bertindak sebagai penanggung jawab utama dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Tim dosen berperan dalam perancangan dan pengembangan sistem QR-Relief e-Logistik, penyusunan basis data penerima bantuan, pengembangan dashboard monitoring distribusi, serta penyusunan standar operasional prosedur (SOP) verifikasi dan penyaluran bantuan. Selain itu, tim dosen melakukan koordinasi, monitoring, dan evaluasi terhadap seluruh tahapan pelaksanaan kegiatan di kantor desa/posko distribusi. |
| Mahasiswa | Berperan sebagai pendukung teknis dalam pelaksanaan kegiatan di lapangan. Mahasiswa terlibat dalam proses input dan validasi data penerima bantuan, pembuatan QR-Code untuk setiap keluarga penerima, membantu pelaksanaan pelatihan penggunaan sistem kepada aparat desa dan relawan, mendampingi proses distribusi menggunakan sistem QR, serta melakukan dokumentasi kegiatan dan mendukung aspek administrasi serta logistik selama program berlangsung. |
| Pemerintah Desa | Berperan sebagai fasilitator dan pendukung keberhasilan program. Pemerintah desa memberikan izin pelaksanaan kegiatan, membantu koordinasi dengan masyarakat dan perangkat dusun/RT, memobilisasi partisipasi warga dalam proses pendataan dan distribusi bantuan, serta mendukung keberlanjutan program melalui kebijakan desa, pengawasan pelaksanaan distribusi, dan integrasi sistem QR-Relief dengan tata kelola bantuan desa. |
| Pengurus Posko/Relawan Distribusi | Bertindak sebagai mitra utama dan operator lapangan dalam penggunaan sistem QR-Relief e-Logistik. Relawan bertanggung jawab dalam proses verifikasi penerima melalui pemindaian QR-Code, memastikan kelancaran distribusi bantuan sembako, melakukan pencatatan digital secara real-time melalui sistem, serta membantu pelaporan distribusi harian. Selain itu, relawan juga berperan dalam memastikan tidak terjadi duplikasi penerimaan dan menjaga ketertiban proses distribusi di lokasi penyaluran bantuan. |

3. Hasil Pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui penerapan sistem QR-Relief e-Logistik di Desa le Bintang menunjukkan hasil yang signifikan dalam meningkatkan efektivitas distribusi bantuan sembako pascabencana banjir. Sistem yang diimplementasikan mampu mengatasi berbagai permasalahan yang sebelumnya dihadapi mitra, khususnya dalam aspek verifikasi penerima, kecepatan distribusi, serta transparansi pengelolaan bantuan.

Sebelum implementasi sistem, proses distribusi bantuan dilakukan secara manual menggunakan pencatatan berbasis kertas yang menyebabkan antrean panjang, kesalahan pencatatan, serta potensi duplikasi penerima. Setelah penerapan sistem QR-Relief e-Logistik, proses verifikasi dilakukan melalui pemindaian QR-Code yang terintegrasi dengan database penerima dan dashboard monitoring. Hal ini berdampak pada peningkatan efisiensi layanan serta akurasi data distribusi.

Tabel 2. Perbandingan Kondisi Sebelum dan Sesudah Implementasi

| Indikator | Sebelum | Sesudah | Peningkatan |
|-------------------------------|----------------|----------------|--------------------|
| Waktu verifikasi per penerima | 5–10 menit | 1–2 menit | ↓ ±70% |

| Indikator | Sebelum | Sesudah | Peningkatan |
|---------------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|
| Tingkat duplikasi penerima | Tinggi ($\pm 20\%$) | Sangat rendah ($< 2\%$) | $\downarrow \pm 90\%$ |
| Ketepatan sasaran bantuan | $\pm 75\%$ | $\geq 95\%$ | $\uparrow \pm 20\%$ |
| Transparansi laporan distribusi | Rendah | Tinggi (real-time) | \uparrow signifikan |
| Kemampuan monitoring stok | Manual | Dashboard real-time | \uparrow signifikan |

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa penerapan sistem QR-Relief e-Logistik mampu menurunkan waktu verifikasi secara signifikan hingga sekitar 70%, sehingga antrean distribusi menjadi lebih tertib dan cepat. Selain itu, sistem mampu menekan potensi duplikasi penerima hingga di bawah 2%, yang sebelumnya menjadi salah satu permasalahan utama dalam distribusi bantuan. Ketepatan sasaran bantuan juga meningkat karena sistem berbasis database memastikan hanya penerima yang terdaftar yang dapat menerima bantuan.

Dampak Sosial

Dari sisi sosial, kegiatan ini memberikan dampak positif terhadap masyarakat dan aparat desa, antara lain:

- Meningkatnya kepercayaan masyarakat terhadap proses distribusi bantuan karena lebih transparan dan akuntabel
- Berkurangnya konflik sosial akibat ketidaktepatan sasaran distribusi
- Meningkatnya keterampilan digital aparat desa dan relawan dalam pengelolaan data dan sistem berbasis teknologi
- Terciptanya sistem distribusi yang lebih tertib dan terorganisir

Dampak Ekonomi

Dampak ekonomi yang dihasilkan dari kegiatan ini antara lain:

- Percepatan distribusi bantuan sehingga kebutuhan dasar masyarakat dapat terpenuhi lebih cepat
- Mengurangi potensi kerugian akibat distribusi yang tidak tepat sasaran
- Efisiensi penggunaan logistik karena distribusi lebih terkontrol dan terdata dengan baik
- Mendukung stabilitas ekonomi rumah tangga pascabencana

Capaian Kegiatan

Capaian utama dari kegiatan pengabdian ini meliputi:

1. Terbangunnya sistem QR-Relief e-Logistik berbasis QR-Code dan dashboard monitoring
2. Tersusunnya database penerima bantuan yang terstandarisasi
3. Terlaksananya pelatihan penggunaan sistem kepada aparat desa dan relawan
4. Berjalannya proses distribusi bantuan berbasis digital secara efektif
5. Tersusunnya laporan distribusi bantuan secara otomatis dan real-time

Gambar Kegiatan



Gambar 2. Pelatihan Penggunaan Sistem QR-Relief e-Logistik
(Dokumentasi kegiatan pelatihan operator sistem)



Gambar 3. Implementasi Pemindaian QR saat Distribusi Bantuan
(Dokumentasi kegiatan lapangan)

5. Penutup

Pada bagian ini uraikan secara ringkas simpulan dari pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang telah dilakukan, capaian yang telah diperoleh dan dampaknya terhadap masyarakat. pada bagian ini juga perlu di ungkapkan saran-saran untuk perbaikan kegiatan ke depan ataupun dalam hal pemecahan masalah mitra yang masih harus dilakukan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Rektor dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Samudra atas dukungan fasilitas serta pendanaan yang diberikan, sehingga kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dapat terlaksana dengan baik dan lancar.

References (Daftar Pustaka)

- Ahmed, W., Hamilton, K. A., Lobos, A., Hughes, B., Staley, C., & Sadowsky, M. J. (2020). Quantitative microbial risk assessment of floodwater contamination. *Science of the Total Environment*, 703, 134–145.
- Altay, N., & Green, W. G. (2006). OR/MS research in disaster operations management. *European Journal of Operational Research*, 175(1), 475–493.
- Bain, R., Cronk, R., Hossain, R., Bonjour, S., Onda, K., Wright, J., Yang, H., Slaymaker, T., Hunter, P., & Prüss-Ustün, A. (2014). Global assessment of exposure to faecal contamination through drinking water. *Tropical Medicine & International Health*, 19(8), 917–927.
- Coppola, D. P. (2015). *Introduction to international disaster management* (3rd ed.). Elsevier.
- Dubey, R., Gunasekaran, A., & Papadopoulos, T. (2019). Disaster relief operations: A framework and future research directions. *Annals of Operations Research*, 283(1–2), 19–46.
- Guha-Sapir, D., Hoyois, P., & Below, R. (2016). Annual disaster statistical review 2016. *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED)*.
- Hidayat, R., Nugroho, S., & Prasetyo, Y. (2021). Analisis kerentanan wilayah terhadap banjir di daerah dataran rendah. *Jurnal Geografi Indonesia*, 13(2), 45–56.
- Howard, G., Calow, R., Macdonald, A., & Bartram, J. (2016). Climate change and water safety. *World Health Organization*.
- Ivanov, D., Dolgui, A., Sokolov, B., Ivanova, M., & Werner, F. (2019). A dynamic model and an algorithm for short-term supply chain scheduling in the smart factory industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 54(2), 386–402.
- Kshetri, N. (2018). Blockchain's roles in strengthening cybersecurity and protecting privacy. *Telecommunications Policy*, 41(10), 1027–1038.
- Kurniawan, A., & Sari, D. (2022). Dampak banjir terhadap kondisi sosial ekonomi masyarakat pedesaan. *Jurnal Sosial Ekonomi*, 10(1), 22–30.
- Liu, X., Zhang, Q., & Li, Y. (2019). Smart logistics and supply chain system using IoT and big data. *IEEE Access*, 7, 123–135.
- Nurhayati, E., Pratama, R., & Wijaya, H. (2020). Digitalisasi distribusi bantuan sosial berbasis teknologi informasi. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 14(2), 89–98.
- O'Brien, G., O'Keefe, P., Rose, J., & Wisner, B. (2018). Climate change and disaster management. *Global Environmental Change*, 21(2), 130–138.
- Papadopoulos, T., Gunasekaran, A., Dubey, R., & Altay, N. (2017). The role of big data in disaster management. *Annals of Operations Research*, 270(1–2), 415–430.
- Putra, A., Santoso, H., & Wijaya, D. (2021). Implementation of QR-Code for public service systems. *Journal of Information and Communication Technology*, 9(1), 55–62.
- Rahman, F., Syahputra, R., & Ananda, M. (2022). Development of e-logistics systems for disaster response. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 11(3), 201–210.
- Setiawan, D., Nugraha, A., & Firmansyah, R. (2019). Adoption of information systems in rural communities. *Jurnal Informatika*, 8(1), 34–42.
- Suryani, L., Wibowo, A., & Pramono, B. (2021). Transformasi digital dalam manajemen bencana. *Jurnal Manajemen Bencana*, 5(2), 77–88.
- Wang, Y., Zhang, L., & Chen, X. (2018). Real-time monitoring system based on IoT technology. *Sensors*, 18(5), 1234.
- World Health Organization. (2017). *Guidelines for drinking-water quality* (4th ed.). Geneva: WHO Press.