

Disaster Communication Preparedness in Addressing Geomagnetic Disturbances: A Study from the Perspective of the Regional Disaster Management Agency

Justiciya Martan Gunantiani¹, Mochammad Ryan¹, Amar Amrullah^{1*}, Asep Irvan Irvani¹

¹Pendidikan Fisika, Universitas Garut, Garut, Indonesia.

Received: 16-05-2026

Revised: 25-05-2026

Accepted: 26-05-2026

Published: 30-05-2026

Corresponding Author

Author Name*: Amar Amrullah

Email*:

amaramrullah16@uniga.ac.id

© 2026 The Authors. This open access article is distributed under a (CC-BY License)



Abstract: Indonesia faces a high level of disaster vulnerability not only due to geological factors and its tropical climate but also because of geomagnetic disturbances that can significantly affect communication and electrical infrastructure. Solar-storm-induced geomagnetic disruptions may interfere with navigation systems, power grids, and digital communication networks, all of which are essential for effective disaster response. This study analyzes the strategies and preparedness of the Regional Disaster Management Agency (BPBD) in maintaining reliable disaster communication amid such risks. Using a descriptive qualitative approach, data were gathered through interviews, document analysis, and literature review, then examined using the Miles and Huberman model. The findings show that BPBD does not yet have independent capacity to monitor geomagnetic activity and therefore depends on institutions like BMKG and BNPB. Nonetheless, BPBD has prepared alternative communication strategies, including using handy talkies, repeater systems, emergency SOPs, and routine training. Social media remains an important channel for information dissemination despite its vulnerability to disruptions. The study concludes that combining digital and manual communication is crucial for building an adaptive and resilient disaster communication system.

Keywords: Disaster communication, disaster mitigation, emergency response strategies, geomagnetic disturbances, infrastructure disruption, Regional Disaster Management Agency.

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat kerawanan bencana tertinggi di dunia karena berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama: Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik. Selain gempa bumi, tsunami, dan erupsi gunung berapi, terdapat potensi bahaya yang kurang banyak dikenal namun sangat berdampak terhadap infrastruktur, yaitu gangguan geomagnetik. Fenomena geomagnetik ini dihasilkan oleh aktivitas matahari dan mampu memengaruhi sistem kelistrikan, navigasi, serta jaringan komunikasi satelit dan radio. Dampaknya akan semakin kompleks jika gangguan geomagnetik terjadi bersamaan dengan bencana alam lainnya, seperti gempa bumi atau tsunami. Dalam konteks tersebut, komunikasi menjadi titik kritis, terutama bagi lembaga seperti Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) yang menjadi garda terdepan dalam pengelolaan informasi dan koordinasi penanganan bencana (Nursabila et al., 2025).

Indonesia memiliki distribusi kerentanan bencana yang kompleks, tidak hanya disebabkan oleh kondisi geologis tetapi juga karena iklim tropis (Seprina Aulia Putri, 2024) kompleksitas ini semakin

How to Cite:

Gunantiani, J. M., Ryan, M., Amrullah, A., & Irvani, A. I. (2026). Disaster communication preparedness in addressing geomagnetic disturbances: A study from the perspective of the Regional Disaster Management Agency. *Rajendra: Journal of Science and Technology Learning Innovation*, 1(2). <https://journal.sigufi.com/index.php/rajendra/index>

diperparah dengan potensi gangguan geomagnetic yang dapat menimbulkan disrupsi besar terhadap siste, komunikasi. Dewi et al. (2024) menunjukkan bahwa aktivitas geomagnetik ultra-low frequency (ULF) dapat menjadi indikator awal terjadinya gempa, dan anomali ULF telah terdeteksi berminggu-minggu sebelum gempa besar terjadi di wilayah Jawa Barat. Fenomena ini menunjukkan pentingnya peran lembaga-lembaga pemantau seperti BMKG dan BRIN, tetapi juga mengisyaratkan tantangan besar bagi lembaga teknis daerah seperti BPBD yang tidak memiliki kemampuan monitoring geomagnetik secara langsung.

Namun, tidak semua wilayah memiliki infrastruktur komunikasi yang kuat. Soelistyowati, (2025) menyebutkan bahwa masih terdapat hambatan signifikan dalam strategi komunikasi bencana, terutama di daerah terpencil. Infrastruktur yang terbatas dan rendahnya literasi kebencanaan menyebabkan informasi kritis sulit menjangkau masyarakat tepat waktu. Dalam konteks ini, penguatan sinergi antara pemerintah pusat dan daerah, pengembangan teknologi komunikasi darurat, serta peningkatan edukasi masyarakat menjadi poin penting dalam strategi komunikasi BPBD.

Studi kasus oleh Solihin et al., (2024) tentang BPBD Provinsi Jawa Timur menegaskan bahwa efektivitas komunikasi bencana tidak hanya ditentukan oleh alat dan media yang digunakan, tetapi juga oleh kemampuan memilih komunikator yang tepat, penyesuaian pesan dengan kondisi lokal, serta kolaborasi lintas sektor. Di tengah ketergantungan tinggi terhadap jaringan digital dan satelit, penting untuk mengevaluasi strategi komunikasi alternatif yang dimiliki BPBD, termasuk penggunaan perangkat analog, SOP komunikasi manual, serta latihan kesiapsiagaan yang terstruktur. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis strategi dan kesiapsiagaan BPBD dalam menjaga kelancaran komunikasi bencana di tengah potensi gangguan geomagnetik. Analisis ini menjadi penting mengingat tantangan komunikasi tidak hanya berasal dari kerusakan fisik infrastruktur, tetapi juga dari gangguan luar angkasa yang tidak kasat mata.

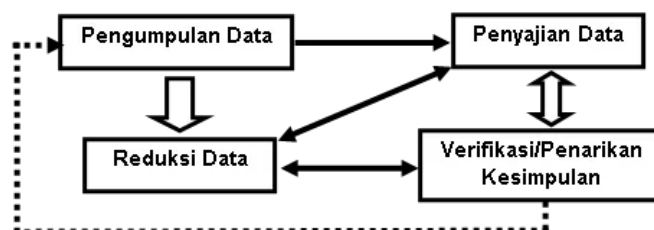
Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif untuk menggambarkan secara mendalam strategi dan kesiapsiagaan BPBD dalam menjaga kelancaran komunikasi bencana di tengah potensi gangguan geomagnetik. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk memahami fenomena berdasarkan konteks nyata, bukan melalui pengukuran statistik, tetapi melalui interpretasi makna dari pengalaman langsung subjek penelitian (Rusandi & Muhammad Rusli, 2021).

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara mendalam, studi dokumentasi, dan kajian pustaka. Teknik ini sejalan dengan penelitian Hanyfah et al. (2022) yang menggabungkan wawancara dan dokumentasi lapangan dalam pendekatan deskriptif. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan model interaktif Miles dan Huberman, yang melibatkan tiga tahapan utama:

- Reduksi data, yaitu proses memilah, menyederhanakan, dan memfokuskan data yang relevan dengan tujuan penelitian;
- Penyajian data, berupa pengorganisasian informasi dalam bentuk narasi atau matriks tematik untuk memudahkan analisis mendalam;
- Penarikan kesimpulan dan verifikasi, yaitu proses merumuskan makna dari data yang telah disajikan serta memverifikasi temuan melalui konfirmasi ulang kepada informan atau triangulasi sumber data.

Dengan metode ini, diharapkan penelitian mampu menghasilkan gambaran utuh mengenai bagaimana BPBD menyusun strategi komunikasi darurat dan mempertahankan konektivitas informasi saat terjadi gangguan geomagnetik yang berpotensi menghambat sistem komunikasi digital.



Gambar 1. Alur Analisis Data Kualitatif Model Miles dan Huberman (1984)

Hasil dan Pembahasan

Geomagnetic adalah fenomena Medan magnet bumi yang berasal dari inti bumi yang terus berputar dan bermuatan, yang akhirnya membentuk medan magnet bumi, medan magnet ini bertujuan sebagai tameng bumi dari angin matahari yang membawa partikel-partikel bermuatan tinggi, seperti proton dan elektron. Jika proton dan elektron tidak ditangkis, ini dapat menyebabkan gangguan atmosfer dan gangguan komunikasi, terlebih lagi aktivitas geomagnetik yang dapat berubah-ubah, terutama saat terjadinya badai matahari, yang dapat mengganggu navigasi satelit, sinyal radio, hingga dapat mengganggu jaringan Listrik yang berada di permukaan bumi (Belekubun et al., 2019). Efek badai geomagnetik dapat dirasakan di wilayah ekuator seperti Indonesia, ditandai dengan fluktuasi signifikan pada komponen medan magnet horizontal dan vertikal (L. H. Lubis et al., 2022). Noor & Ishaq (2022) menemukan bahwa anomali geomagnetik juga dapat dipicu oleh keberadaan batuan bermineral ferromagnetik di permukaan bumi, yang memperbesar variasi lokal medan magnet dan berpotensi mengganggu sistem elektromagnetik di darat.

Berdasarkan hasil observasi kepada Badan Penggulangan Bencana Daerah (BPBD). Serta beberapa kajian literatur, pada Pembahasan ini menjelaskan bagaimana BPBD dapat menghadapi gangguan sistem komunikasi yang disebabkan oleh gangguan geomagnetik, dari sisi informasi, teknologi, komunikasi, teknologi komunikasi alternatif ketergantung terhadap infrastruktur digital serta koordinasi.

BPBD mengakui bahwa lembaganya tidak sepenuhnya independen dalam memantau aktivitas geomagnetik seperti badai matahari, karena keterbatasan sumber daya teknis dan kesiapan alat pengamatan, sehingga sangat bergantung pada lembaga lain seperti BMKG, BNPB, PVMBG, dan BIG. Informasi yang diterima bersifat sekunder dan disampaikan melalui sistem komunikasi antarinstansi, baik dalam bentuk laporan resmi, pesan digital, maupun notifikasi dari pusat pengendali. Pola komunikasi ini mencerminkan koordinasi vertikal dan horizontal yang memanfaatkan jalur digital sebagai instrumen penting dalam penyebaran informasi antar tingkat pemerintahan (Latifah et al., 2024). Temuan ini diperkuat oleh penelitian Bakti & Fadlurrahman (2020) yang menyebutkan bahwa keberhasilan koordinasi BPBD bergantung pada sinergi komunikasi dengan BNPB dan lembaga lain di tingkat lokal melalui SOP dan sarana digital. Selain itu Suminar & Astuti (2021) juga menunjukkan bahwa dalam situasi bencana, berbagai lembaga mitigasi seperti SAR, Destana, dan KSB di bawah koordinasi BPBD saling bekerja sama sejak pra hingga pascabencana, dan memanfaatkan sistem pelaporan digital untuk memastikan penanganan cepat dan terkoordinasi.

Dalam wawancara dengan BPBD, mereka menyatakan bahwa BPBD belum mempunyai kapasitas yang bagus untuk menilai secara langsung dampak yang terjadi yang diakibatkan oleh gangguan badai matahari. Namun, mereka menyadari bahwa fenomena yang terjadi dapat mengganggu sistem komunikasi di bumi, seperti telepon genggam. Bahwa penyebabnya dikarenakan badai matahari yang mengganggu geomagnetik bumi yang dapat menginduksi arus Listrik pada suatu jaringan listrik, aktivitas geomagnetik dapat mengakibatkan arus GIC atau arus yang diinduksi secara alami selama gangguan geomagnetik, dimana ini yang mengganggu suatu kestabilan transformator dan arus Listrik (Švanda et al., 2020). Efek lain yang terjadi selama gangguan juga antara lain ialah degradasi sinyal GDSS dan sistem navigasi selama badai geomagnetik yang kuat. Badai menyebabkan gangguan fluktuasi sinyal yang sangat berpengaruh, yang akan berdampak langsung terhadap sistem komunikasi dan dalam koordinasi respon bencana (Ayyagari et al., 2021).

Untuk memprediksi kerusakan pada infrastruktur komunikasi, BPBD telah menyiapkan berbagai strategi komunikasi darurat yang mampu berfungsi meskipun jaringan digital gagal. Strategi tersebut mencakup penggunaan handy talky (HT), sistem repeater yang terhubung ke menara kepolisian, serta pelaksanaan roll-call harian pada pukul 08.00 untuk memastikan perangkat dan personel selalu siap siaga. Setiap anggota BPBD diwajibkan memiliki HT dan mengikuti pelatihan tersebut sebagai bagian dari mitigasi komunikasi saat kondisi darurat. Menurut *Perka BNPB No. 6 Tahun 2013*, komunikasi radio kebencanaan harus memenuhi standar perangkat, penggunaan frekuensi resmi, serta pengoperasian yang terkoordinasi melalui Pusdalops, demi mempercepat pertukaran informasi dalam situasi krisis (BNPB, 2013). Penelitian Hardiyanto et al. (2021) menunjukkan bahwa pelatihan penggunaan HT dual-band secara signifikan meningkatkan keterampilan komunikasi anggota BPBD Yogyakarta dalam situasi darurat, terutama saat jaringan seluler tidak tersedia. Sementara itu, kajian Matraccia et al. (2022) menegaskan pentingnya pemanfaatan jaringan berbasis udara seperti airborne networks sebagai solusi konektivitas saat infrastruktur darat rusak, serta menjelaskan potensi integrasi antara drone, repeater, dan jaringan satelit sebagai bagian dari sistem komunikasi pasca-bencana yang tangguh.

BPBD menggunakan beberapa media sosial seperti WhatsApp, Facebook, dan Instagram untuk menyebarkan peringatan dini dan informasi darurat kepada masyarakat sebagai bagian dari strategi komunikasi kebencanaan. Media sosial memungkinkan penyebaran informasi yang cepat, luas, dan interaktif, sehingga sangat efektif dalam meningkatkan kesadaran dan kesiapsiagaan masyarakat terhadap bencana. Penelitian Fahriyani et al. (2020) menunjukkan bahwa pemanfaatan Twitter oleh BNPB digunakan secara komprehensif dari tahap prabencana hingga pascabencana, termasuk edukasi, evakuasi, dan pemulihan. Sementara itu, menurut Lubis et al., (2025), Instagram juga terbukti menjadi media yang strategis dalam menyampaikan informasi melalui infografis, video edukatif, dan kampanye interaktif yang meningkatkan pemahaman masyarakat terhadap mitigasi bencana. Namun, BPBD menyadari bahwa ketergantungan terhadap media sosial memiliki kerentanan tersendiri, khususnya terhadap gangguan geomagnetik yang dapat mengakibatkan keterlambatan atau terputusnya komunikasi. Gangguan ini dapat berdampak langsung pada proses penyaluran logistik, evakuasi, dan penyelamatan korban bencana yang memerlukan respons cepat dan akurat (Harahap, 2024).

BPBD tidak bekerja sendiri, mereka bekerja sama dengan berbagai pihak, baik dari relawan, TNI, POLRI, serta dengan jaringan pusdalops (Pusat Pengendali Operasi) pada tingkat kabupaten, provinsi, dan nasional. Sistem pelaporan mereka akan terekam jelas di pusat dengan real-time, dimana setiap laporan yang mereka buat akan langsung diterima dan dianalisis oleh pusat, yaitu BNPB. Dengan demikian, peralatan, bantuan, dan personel dapat segera dialokasikan. Pentingnya melakukan komunikasi strategis dalam kerangka budaya lokal DNA menjelaskan bagaimana komunikasi secara vertikal dan horizontal dapat mempermudah penanganan bencana (Permatasari & Sinduwiatmo, 2024).

Jika sistem komunikasi elektronik terganggu dan tidak dapat diakses, BPBD akan menerapkan SOP darurat seperti pengiriman informasi melalui caraka atau pesan yang dibawa langsung oleh petugas ke suatu camat atau kepada kepala desa. Dalam skenario ini, camat berperan sebagai POS komando lapangan yang akan menyebarkan informasi kepada desa-desa yang terdampak. Sistem komunikasi ini merupakan sistem yang tradisional yang masih relevan dan menjadi bagian penting dari sistem ketahanan komunikasi daerah. Latihan harian roll-on menjadi bagian dari SOP yang penting dalam kepastian sebagai sumber daya manusia dan komunikasi alternatif. Ini memperlihatkan bahwa lembaga BPBD tidak hanya mengandalkan teknologi dalam mitigasi namun juga memperkirakan kegagalan sistem dengan strategi komunikasi manual.

Kesimpulan

Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa BPBD menghadapi tantangan serius dalam hal ketergantungan pada infrastruktur digital, khususnya dalam konteks gangguan geomagnetik yang dapat mempengaruhi sistem komunikasi, navigasi, dan jaringan listrik. Meskipun fenomena geomagnetik bersifat alami dan sulit diprediksi secara akurat oleh BPBD karena keterbatasan sumber daya dan alat pemantauan, lembaga ini telah mengembangkan strategi komunikasi alternatif yang mencakup penggunaan handy talky, repeater, latihan roll-call, serta skema pelaporan manual melalui sistem caraka sebagai upaya mitigasi risiko kegagalan teknologi. Kolaborasi dan koordinasi dengan lembaga lain seperti BMKG, BNPB, dan instansi lokal melalui sistem komunikasi digital dan SOP yang jelas menjadi kekuatan utama dalam memastikan penanganan bencana berjalan efektif. Di sisi lain, media sosial tetap menjadi alat vital dalam penyebaran informasi kebencanaan secara cepat dan luas, meskipun tetap memiliki keterbatasan saat terjadi gangguan geomagnetik. Oleh karena itu, perpaduan antara komunikasi digital dan manual menjadi langkah strategis dalam menciptakan sistem penanggulangan bencana yang tangguh dan adaptif terhadap ancaman alam maupun teknologi.

Daftar Pustaka

- Ayyagari, D., Chakraborty, S., Datta, A., & Das, S. (2021). Impact of Intense Geomagnetic Storm on NavIC Signals Over Indore. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 147, 157–162. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8366-7_21
- Bakti, V. A., & Fadlurrahman, F. (2020). Koordinasi Badan Penanggulangan Bencana Daerah dalam Menanggulangi Bencana di Kabupaten Purworejo. *Aspirasi: Jurnal Masalah-masalah Sosial*, 11(2), 171–183. <https://doi.org/10.46807/aspirasi.v11i2.1594>
- Belekubun, A. F., Tongkukut, S. H. J., Asnawi, A., & Pandara, D. P. (2019). Respon Ionosfer Terhadap Badai Matahari Berdasarkan Analisis Kandungan Elektron Total dan Indeks Gangguan Geomagnet. *Jurnal MIPA*, 8(2), 82. <https://doi.org/10.35799/jmuo.8.2.2019.24516>
- BNPB. (2013). *Pedoman Radio Komunikasi Kebencanaan*. 8.
- Dewi, C. N., Febriani, F., Anggono, T., Syuhada, Ramdhan, M., Hasib, M., Prasetyo, A. D., Suprihatin, H. S., Ahadi, S., Nafian, M., Suwondo, Muttaqy, F., Syirojudin, M., Hasanudin, & Marsyam, I. (2024). Assessment of ultra-low frequency

- (ULF) geomagnetic phenomena associated with earthquakes in the western part of Java Island, Indonesia during 2020. *Rudarsko Geolosko Naftni Zbornik*, 39(1), 55–64. <https://doi.org/10.17794/rgn.2024.1.6>
- Fahriyani, S., Harmaningsih, D., & Yunarti, S. (2020). Penggunaan Media Sosial Twitter Untuk Mitigasi Bencana Di Indonesia. *Journal IKRA-ITH Humaniora*, 4(2), 56–65.
- Hanyfah, S., Fernandes, G. R., & Budiarto, I. (2022). Penerapan Metode Kualitatif Deskriptif Untuk Aplikasi Pengolahan Data Pelanggan Pada Car Wash. *Semnas Ristek (Seminar Nasional Riset dan Inovasi Teknologi)*, 6(1), 339–344. <https://doi.org/10.30998/semnasristek.v6i1.5697>
- Harahap, H. S. (2024). Penggunaan Media Sosial untuk Penyebarluasan Informasi Peringatan Dini Banjir ke Masyarakat (Studi Kasus: BPBD Provinsi DKI Jakarta). *Jurnal Syntax Admiration*, 5(11), 4592–4605. <https://doi.org/10.46799/jsa.v5i11.1565>
- Hardiyanto, D., Kristiyana, S., Anggun, D., Ahmad, I., & Al, I. (2021). *Denny Hardiyanto*. 1(2).
- Latifah, A., Purwitasari, ²paramitha, & Kasim, S. (2024). Pola Komunikasi Badan Penanggulangan Bencana Daerah (Bpbd) Dalam Mitigasi Bencana Di Kabupaten Kolaka Timur. *Jurnal Ilmiah Ilmu Sosial dan Pendidikan*, 2(3), 181–187.
- Lubis, L. H., Kusumayani, E., & Setiawan, Y. (2022). Analisis Respon Medan Magnet Bumi Berdasarkan Lintang Pada Saat Badai Geomagnetik Tahun 2020. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 8(3), 186–196. <https://doi.org/10.23960/jge.v8i3.219>
- Lubis, Z. N. S., Rahmawati, S., & Faisal, F. Hh. (2025). Peran Media Sosial dalam Edukasi dan Mitigasi Bencana di Era Digital. *Warta Dharmawangsa*, 19(1), 23–33. <https://doi.org/10.46576/wdw.v19i1.5683>
- Matracia, M., Saeed, N., Kishk, M. A., & Alouini, M. S. (2022). Post-Disaster Communications: Enabling Technologies, Architectures, and Open Challenges. *IEEE Open Journal of the Communications Society*, 3, 1177–1205. <https://doi.org/10.1109/OJCOMS.2022.3192040>
- Noor, R. H., & Ishaq, I. (2022). Interpretasi Data Geomagnetik Untuk Mendeteksi Sebaran Batuan Mengandung Mineral Logam Di Awang Bangkal, Kabupaten Banjar. *Al-Ulum: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 7(2), 64. <https://doi.org/10.31602/ajst.v7i2.6044>
- Nursabila, N., Amrullah, A., & Irvani, A. I. (2025). Innovative Strategies of BPBD Garut in Enhancing Disaster Education and Community Response Development. *Journal of Educational Innovation and Technology*, 1(2), 90–96.
- Permatasari, T. O., & Sinduwiatmo, K. (2024). Meningkatkan Tanggap Bencana di Indonesia Melalui Strategi Komunikasi yang Terintegrasi Secara Budaya. *Journal of Library and archival Science*, 1(1), 28–41. <https://doi.org/10.47134/jip.v1i1.2746>
- Rusandi, & Muhammad Rusli. (2021). Merancang Penelitian Kualitatif Dasar/Deskriptif dan Studi Kasus. *Al-Ubudiyah: Jurnal Pendidikan dan Studi Islam*, 2(1), 48–60. <https://doi.org/10.55623/au.v2i1.18>
- Seprina Aulia Putri. (2024). Pengelompokan Daerah Rawan Bencana di Indonesia Menggunakan Metode Clustering K-Means. *Jupiter: Publikasi Ilmu Keteknikan Industri, Teknik Elektro dan Informatika*, 3(1), 09–16. <https://doi.org/10.61132/jupiter.v3i1.644>
- Soelistyowati, R. D. (2025). Effectiveness of Communication Strategy in Disaster Management in Indonesia. *Jurnal Multidisiplin Madani*, 5(1), 56–63. <https://doi.org/10.55927/mudima.v5i1.13653>
- Solihin, S., Panuju, R., Farida, F., & Zulaikha, Z. (2024). Communication Strategy of BPBD of East Java Province in Reducing Disaster Risk: Case Study of Disaster Prevention Socialization. *Journal of Economic, Bussines and Accounting (COSTING)*, 7(5), 1593–1604. <https://doi.org/10.31539/costing.v7i5.11843>
- Suminar, S., & Astuti, D. (2021). Sinergitas Lembaga Mitigasi dalam Menghadapi Bencana di Desa Wonokerto. *Jurnal Masyarakat dan Desa*, 1(1), 68–86.
- Švanda, M., Mourenas, D., Žertová, K., & Výbošťáková, T. (2020). Immediate and delayed responses of power lines and transformers in the Czech electric power grid to geomagnetic storms. *Journal of Space Weather and Space Climate*, 10. <https://doi.org/10.1051/swsc/2020025>