

Program Sustainable Groundwater melalui Diseminasi Berbasis Hologram dan WebGIS

Fajar Wahyushi Fueksi¹, Evin Yulianto^{1*}, Cahaya Pramudita¹, Astria Rachmadani², Muhammad Hasan Mustofa³, Vina Nurul Husna¹

Departemen Geografi, FISIP, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia¹

Departemen Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia²

Departemen Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia³

fajarfueksi@students.unnes.ac.id¹, yuliantoevin99@gmail.com^{2*},

cahayapramudita1@students.unnes.ac.id³, astriarachmdn@students.unnes.ac.id⁴,

mustofamudha@students.unnes.ac.id⁵, vina_nh@mail.unnes.ac.id⁶

*Corresponding Author

Submit: 25 Juli 2024; revisi: 19 Desember 2024, diterima: 20 Desember 2024

ABSTRAK

Penurunan muka tanah yang semakin serius di Kota Semarang, khususnya Kelurahan Bandarharjo menjadi perhatian utama dalam upaya pelestarian lingkungan dan keberlanjutan wilayah tersebut. Dari berbagai sumber, faktor utama yang menyebabkan penurunan muka tanah yang terjadi di Kelurahan Bandarharjo adalah penggunaan air tanah berlebihan. Dalam rangka mitigasi penurunan muka tanah di Bandarharjo, penulis melakukan pengabdian dengan pendekatan diseminasi, melibatkan berbagai pihak di Bandarharjo untuk bekerja sama dalam mitigasi penurunan muka tanah. Pengabdian kepada masyarakat (PkM) yang dilakukan menggunakan metode pendampingan dan kolaborasi antara tim PkM, masyarakat, dan pemangku kepentingan di Kelurahan Bandarharjo. Dalam mitigasi ini, tim PkM memanfaatkan teknologi hologram dan webGIS. Hologram digunakan sebagai media presentasi interaktif ketika diseminasi, memvisualisasikan penyebab penurunan muka tanah hingga dampak penurunan muka tanah di wilayah setempat sedangkan webGIS digunakan sebagai media pemetaan penggunaan air tanah di Kelurahan Bandarharjo. Selain itu, tim PkM juga melakukan pelatihan pembuatan biopori, yang dipasang di beberapa titik di Bandarharjo. Penanaman pohon juga dilakukan dalam rangka mitigasi penurunan muka tanah. Dari hasil pengabdian yang sudah dilakukan ternyata meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat Bandarharjo dalam upaya mitigasi penurunan muka tanah.

Kata kunci: Bandarharjo, hologram, penggunaan air tanah, penurunan muka tanah, WebGIS

ABSTRACT

The increasingly serious land subsidence in Semarang City, especially Bandarharjo Village, has become a major concern in environmental conservation efforts and the relocation of the area. From various sources, the main factor causing land subsidence in Bandarharjo Village is excessive use of groundwater. In order to mitigate land subsidence in Bandarharjo, the author conducted community service with a dissemination approach, involving various parties in Bandarharjo to work together in mitigating land subsidence. Community service (PkM) was carried out using mentoring and collaboration methods between the PkM team, the community, and stakeholders in Bandarharjo Village. In this mitigation, the PkM team utilized hologram and webGIS technology. Holograms were used as interactive presentation media during dissemination, visualizing the causes of land subsidence to the impact of land subsidence in the local area while webGIS was used as a medium for mapping

groundwater use in Bandarharjo Village. In addition, the PkM team also conducted training in making biopores, which were placed at several points in Bandarharjo. Tree planting is also carried out in order to mitigate land subsidence. From the results of the community service that has been carried out, it has increased the knowledge and skills of the Bandarharjo community in efforts to mitigate land subsidence.

Keywords: Bandarharjo, hologram, groundwater use, land subsidence, WebGIS



Copyright © 2024 The Author(s)

This is an open access article under the CC BY-SA license.

PENDAHULUAN

Kota Semarang mengalami penurunan permukaan tanah berkisar 20-30 mm tiap tahunnya pada kisaran tahun 2015-2020 (Wu et al., 2022). Data tersebut menjadikan Kota Semarang berada di peringkat kedua sebagai kota dengan penurunan muka tanah tercepat di dunia (Wu et al., 2022). Penurunan muka tanah dapat didefinisikan sebagai peristiwa penurunan tanah secara relatif terhadap suatu bidang acuan tertentu yang dianggap stabil (Khoirunisa et al., 2015).

Salah satu kelurahan yang mengalami penurunan muka tanah di Kota Semarang adalah Kelurahan Bandarharjo. Kelurahan Bandarharjo merupakan kelurahan yang ada di Kecamatan Semarang Utara dan berada di daerah pesisir. Penurunan muka tanah di Kelurahan Bandarharjo sendiri dapat mencapai 6-8 cm tiap tahunnya (Rukayah et al., 2021). Secara umum penurunan muka tanah dapat diakibatkan oleh faktor pengambilan air tanah secara terus menerus (Chotimah et al., 2022).

Berdasarkan survei lapangan, terdapat sekitar 1.086 rumah yang masih menggunakan air tanah. Sebanyak 1.086 titik pengguna air tanah tersebar dari RW 01 hingga RW 12 di Bandarharjo. Dampak dari penggunaan air tanah secara terus menerus akan mengakibatkan penurunan muka tanah. Adanya penurunan muka tanah dan lokasinya yang berada di pesisir menjadikan Bandarharjo terancam tenggelam. Penggunaan air tanah secara terus menerus akan mengakibatkan penurunan muka tanah yang dapat menyebabkan berbagai bencana turunan seperti banjir rob dan intrusi air laut. Bandarharjo menjadi salah satu dari delapan kelurahan di Semarang Utara yang mengalami dampak paling parah akibat banjir rob, di Kelurahan Bandarharjo luas genangan banjir rob mencapai 89,772% (Azizah et al., 2022)

Selain itu, adanya penggunaan air tanah yang berlebihan dapat menyebabkan permukaan tanah lebih rendah daripada permukaan air laut. Perbedaan tinggi permukaan tersebut dapat menyebabkan air laut yang mengandung unsur kimia seperti *klorida (Cl)*, *sulfat (SO₄)*, dan *kalsium karbonat (CaCO₃)* dapat masuk ke air tanah (Sahwilaksa & Kustini, 2014). Penggunaan air tanah secara berlebihan mendorong perluasan dan keparahan intrusi air laut (Guo et al., 2019). Letaknya di pesisir dan terjadinya penurunan muka tanah, membuat Kelurahan Bandarharjo menjadi salah satu wilayah di Kota Semarang yang mengalami intrusi air laut (Wibowo & Supriyadi, 2014). Pengaruh penggunaan air tanah terhadap penurunan muka tanah di Kelurahan Bandarharjo sangat kuat.

Untuk mengatasi hal ini, penulis berinisiatif melakukan pengabdian program *Sustainable Groundwater* Kegiatan seperti ini sudah dilaksanakan di luar negeri seperti di Amerika Serikat (Owen et al. 2019) maupun di Afrika Selatan (Sewar, 2010). Kegiatan semacam ini terbukti dapat meningkatkan kualitas hidup manusia, khususnya di bidang pemenuhan air.

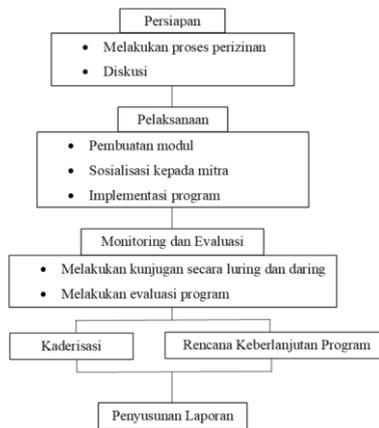
Kegiatan *sustainable groundwater* merupakan satu paket kegiatan yang berisi mitigasi penurunan muka tanah melalui kegiatan diseminasi penggunaan air yang efektif kepada masyarakat Kelurahan Bandarharjo, Semarang Utara. Kegiatan ini didukung media berupa

hologram dan *WebGIS* dalam mempermudah pemahaman masyarakat. Teknologi hologram adalah teknologi bentuk lanjutan dari fotografi yang dapat memungkinkan gambar terekam dalam wujud tiga dimensi (Guo et al., 2019). Perpaduan Pemanfaatan teknologi tersebut dengan diseminasi penggunaan air tanah nantinya diharapkan dapat menurunkan penggunaan air tanah dan beralih menggunakan PDAM. Sedangkan, *WebGIS* digunakan sebagai penyediaan data geografi penggunaan air tanah tersebut menjadi rujukan bagi pemerintah dalam menyusun suatu kebijakan dalam upaya mitigasi penurunan muka tanah. Kegiatan pendukung lain juga akan dilaksanakan dalam program pengabdian ini dalam memastikan ketersediaan kembali air tanah berupa pemasangan biopori, penanaman pohon, dan filtrasi air untuk menjaga kualitas air.

Berdasarkan latar belakang tersebut rumusan masalah utama pada program pengabdian ini adalah masih maraknya penggunaan air tanah di Kelurahan Bandarharjo yang berdampak pada penurunan muka tanah. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu (1) untuk mengetahui pemanfaatan hologram dan *WebGIS* untuk diseminasi mitigasi penurunan muka tanah di Kelurahan Bandarharjo, (2) untuk mengetahui pemanfaatan biopori, pohon, dan filtrasi dalam mitigasi penurunan muka tanah yang berdampak pada bencana banjir rob dan intrusi air laut di Kelurahan Bandarharjo (3) untuk mengetahui hasil dari program *Sustainable Groundwater* di Kelurahan Bandarharjo.

METODE

Kegiatan pengabdian dilaksanakan melalui proses diseminasi penggunaan air tanah secara aktif secara langsung kepada masyarakat kelurahan Bandarharjo, Semarang Utara. Terdapat tahapan-tahapan yang digunakan dalam pengabdian ini sesuai dalam diagram alir berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Kegiatan

Tahap persiapan meliputi perizinan dan diskusi. Lokasi perizinan ditujukan kepada kepala Kelurahan Bandarharjo untuk mendapatkan izin mengadakan kegiatan pengabdian masyarakat, mendapatkan data kuantitatif dari kelurahan untuk keperluan administratif proposal kegiatan, serta mengajukan surat kesediaan kemitraan kepada kepala bagian pembangunan dan perencanaan Kelurahan Bandarharjo. Setelah itu, tim PKM melakukan diskusi bersama tokoh masyarakat dan perwakilan dari kelompok mitra pengguna air tanah, untuk membahas mengenai penurunan muka tanah yang difokuskan pada meminimalisir penggunaan air tanah. Dengan diadakannya diskusi tersebut, diharapkan dapat memperoleh suatu penyelesaian yang menjadi metode alternatif dan efektif. Pelaksanaan program

diharapkan pula dapat menangani dan menyelesaikan permasalahan tersebut sehingga kesuksesan program dapat dirasakan oleh semua pihak yang terlibat.

Tahap pelaksanaan dimulai dari pembuatan buku pedoman mitra yang digunakan untuk pedoman mitra, disusul dengan sosialisasi kepada kelompok mitra dan implementasi program. Implementasi program dilakukan dalam empat tahapan yaitu dimulai dengan pembuatan *WebGIS* untuk pemetaan pengguna air tanah. Setelah itu diadakan pelatihan tiga kali pertemuan dan pembuatan biopori. Tahap implementasi selanjutnya yaitu pembuatan hologram sebagai media diseminasi, pembuatan media sosial berupa instagram serta pemaparan kepada kelompok mitra mengenai hasil yang diperoleh menggunakan teknologi hologram.

Monitoring dilaksanakan dengan cara kunjungan secara luring ke tempat pelaksanaan program yaitu Kelurahan Bandarharjo dan secara daring dengan pemantauan *WebGIS* dalam upaya mitigasi penurunan muka tanah di Kelurahan Bandarharjo. Evaluasi program ini akan dilakukan kunjungan ke Kelurahan Bandarharjo. Selain itu, evaluasi juga dilakukan dengan menggunakan *google form* yang disebarakan kepada masyarakat pengguna air tanah untuk menilai pandangan sebelum dan sesudah diseminasi penggunaan air tanah. Dari hal tersebut dapat dilihat apakah data penggunaan air tanah di Kelurahan Bandarharjo menjadi lebih sedikit atau tidak.

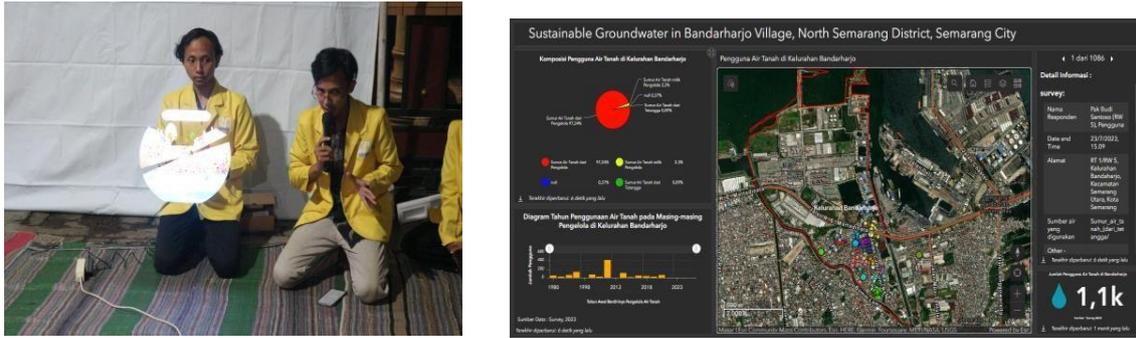
Upaya untuk mendukung keberlanjutan program ini dilakukan melalui kaderisasi. Kaderisasi dilakukan melalui pembentukan pengurus kelompok mitra pengguna air tanah di Kelurahan Bandarharjo. Struktur organisasi program meliputi ketua, sekretaris, bendahara, dan staf pengelola.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan berisi pelaksanaan kegiatan, kendala yang dihadapi, dampak, dan upaya keberlanjutan kegiatan. Isi hasil dan pembahasan dapat berupa jabaran hasil dan temuan selama melakukan kegiatan pengabdian. Konten ini disajikan dalam bentuk teks yang dilengkapi dengan tabel, gambar, ataupun grafik. Hindari hasil yang hanya berupa angka, namun dapat mendeskripsikan apa yang menjadi temuan saat kegiatan pengabdian kepada masyarakat tersebut berlangsung, respon masyarakat dan ketercapaian dari kegiatan.

Pemanfaatan Hologram dan *WebGIS* sebagai Media Diseminasi Mitigasi Penurunan Muka Tanah di Kelurahan Bandarharjo

Diseminasi merupakan proses penyampaian informasi atau pengetahuan kepada masyarakat luas. Program Diseminasi dilakukan dua kali yakni pada tanggal 27 Agustus 2023 dan 24 September 2023 yang diikuti oleh 13 mitra warga pengguna air tanah. Kegiatan diseminasi menggunakan media hologram dengan menampilkan beberapa video tentang air tanah. Pemanfaatan media hologram dapat meningkatkan pemahaman warga terkait ancaman penurunan muka air tanah. Selain hologram, juga digunakan media *WebGIS* untuk mengetahui lokasi-lokasi pengguna air tanah. Berdasarkan survei yang dilakukan selama sebulan, tim PKM berhasil memetakan 1.086 rumah pengguna air tanah yang tersebar di Kelurahan Bandarharjo. Adapun link *WebGIS* tersebut sebagai berikut <http://bit.ly/WebGISPenggunaAirTanah>. tampilan *WebGIS* dapat terlihat sebagai berikut.



Gambar 2. Kegiatan Diseminasi dan Tampilan WebGIS

Pembuatan *WebGIS* menggunakan fitur dashboard pada *arcgis* online yang menghasilkan visualisasi peta dengan data-data pendukung di sampingnya. Data-data ini dapat terupdate secara otomatis seiring dilakukan survey air tanah kembali. Setelah diseminasi, untuk mengetahui Perubahan pengetahuan dan keterampilan warga terkait air tanah, dilakukan pre-test serta post-test Berdasarkan hasil test, pengetahuan warga mitra semakin bertambah terhadap ancaman penurunan muka tanah dan cara mitigasi penurunan muka tanah. Sebesar 92% pengetahuan mitra meningkat sedangkan 8 % lainnya tetap.

Pemanfaatan Biopori, Pohon, dan Filtrasi dalam Mitigasi Penurunan Muka Tanah di Kelurahan Bandarharjo

1. Penanaman pohon

Penanaman pohon sudah terlaksana bersama mitra dengan jumlah 13 warga di beberapa titik Kelurahan Bandarharjo. pohon yang ditanam berupa pohon beringin yang menyerap air lebih banyak. Penanaman pohon dilakukan pada selama 2 kali dengan titik yang berbeda.



Gambar 3. Penanaman Pohon

Penanaman pertama dilakukan disekitar kantor Kantor kelurahan bandarharjo, sedangkan yang kedua dilakukan di sekitar sekretariat BKM (Badang Keswadayaan Masyarakat). Kegiatan penanaman pohon. sebagian besar dilakukan di sepanjang jalan. Tujuannya agar penyerapan air lebih efisien dan paparan sinar matahari ke tanaman merata.

2. Pembuatan dan pemasangan biopori

Pembuatan dan pemasangan biopori dilakukan dengan mitra berjumlah 13 warga. biopori dibuat dari pipa yang memiliki panjang 80 cm dan diameter 3 inchi dengan diberi lubang-lubang disekelilingnya. pipa Biopori dipasang di dua tempat, yaitu di sekitar kantor Kelurahan Bandarharjo dan di sekitar sumur air tanah PAMSIMAS.



Gambar 4. Pemasangan Biopori

Biopori ditanam dengan kedalaman 80 cm dan ditutup dengan penutup pipa yang sudah dilubangi guna sebagai tempat masuknya air. sebelum ditutup, pipa diberi sampah organik dedaunan sebagai kompos untuk membantuk penyerapan air ke dalam tanah lebih efektif.

3. Filtrasi Air

Kegiatan pemasangan filtrasi sudah terlaksana di 13 rumah warga mitra. Pemasangan filtrasi dilakukan pada saluran air utama dan keran di 13 rumah mitra. Filtrasi berfungsi untuk menjaga kualitas air tanah di Bandarharjo. Berdasarkan hasil uji laboratorium, air hasil filtrasi lebih baik dari sebelum filtrasi.

Potensi Hasil dari program *Sustainable Groundwater* di Kelurahan Bandarharjo

Program Pengabdian *Sustainable Groundwater* di Kelurahan Bandarharjo memiliki potensi hasil yang dapat dilihat jangka waktu yang panjang, antara lain :

1. Terciptanya Desa Tangguh Bencana : 13 warga mitra berpeluang untuk menjadi pelopor desa tangguh bencana di Kelurahan Bandarharjo. Kelurahan Bandarharjo, dapat dijadikan desa percontohan bagi wilayah lain.
2. *WebGIS* sebagai Masukan untuk *Stakeholder* : Program *WebGIS* dalam pendataan penggunaan air tanah dapat digunakan sebagai acuan bagi pemerintah untuk mengurangi jumlah pengguna air tanah di masa yang akan datang.
3. Penurunan Muka Tanah dapat Diminimalisir : Peningkatan pengetahuan warga terhadap penurunan muka tanah yang diakibatkan penggunaan air tanah berlebih, dan program penanaman pohon dan pemasangan biopori berpotensi untuk meningkatkan kuantitas air tanah yang diproduksi dan ditampung di tanah. Sehingga penurunan muka tanah dapat diminimalisir kedepannya.

SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan PkM ini telah berjalan dengan baik yang dapat dibuktikan dengan adanya peningkatan pengetahuan dan ketrampilan warga terkait *sustainable groundwater*. Kegiatan diseminasi menggunakan media hologram yang bertujuan meningkatkan pemahaman warga terkait ancaman penurunan muka air tanah. Kegiatan penanaman pohon serta pembuatan dan pemasangan biopori diharapkan dapat mendukung *sustainable groundwater*. Kegiata ini perlu dilanjutkan misalnya dengan diadakannya penelitian keberlanjutan demi terwujudnya program *sustainable groundwater* setiap tahun sehingga mitigasi penurunan muka tanah lebih efektif.

DAFTAR REFERENSI

- Azizah, M., Sumadyo, A., & Iswati, T. Y. (2022). Penerapan Arsitektur Amfibi Sebagai Respon Terhadap Banjir di Bandarharjo, Semarang Utara. *Jurnal SENTHONG*, 5(2), 302–315. <https://jurnal.ft.uns.ac.id/index.php/senthong/index>
- Chotimah, S. N., Prasetyo, Y., Firdaus, H. S., & Harintaka, H. (2022). Analisis Penurunan Muka Tanah Menggunakan Citra Sentinel 1a Dengan Metode Dinsar Tahun 2019-2021 (Studi Kasus : Pembangunan Jalan Tol Semarang Demak). *Elipsoida : Jurnal Geodesi Dan Geomatika*, 5(2), 53–60. <https://doi.org/10.14710/elipsoida.2022.16744>
- Guo, Q., Huang, J., Zhou, Z., & Wang, J. (2019). Experiment and numerical simulation of seawater intrusion under the influences of tidal fluctuation and groundwater exploitation in coastal multilayered aquifers. *Geofluids*, 2019, 12–15. <https://doi.org/10.1155/2019/2316271>
- Khoirunisa, R., Yuwono, B. D., & Wijaya, A. P. (2015). Analisis Penurunan Muka Tanah Kota Semarang Tahun 2015 Menggunakan Perangkat Lunak Gamit 10.5. *Survei Pendahuluan Deformasi Muka Tanah Dengan Pengamatan Gps Di Kabupaten Demak*, 4, 316–324.
- Owen, D., Cantor, A., Nysten, N. G., Harter, T., & Kiparsky, M. (2019). California groundwater management, science-policy interfaces, and the legacies of artificial legal distinctions. *Environmental Research Letters*, 14(4), 045016.
- Rukayah, R. S., Sardjono, A. B., Abdullah, M., & Yulichandra, R. (2021). Measuring land subsidence of buildings in Semarang Chinatown. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 623(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/623/1/012073>
- Sahwilaksa, J., & Kustini, I. (2014). *Pengaruh Air Laut Terhadap Kualitas Air Tanah Dangkal di Kawasan Pantai Kota Surabaya*. 3, 241–247.
- Seward, P. (2010). Challenges facing environmentally sustainable ground water use in South Africa. *Groundwater*, 48(2), 239-245
- Wibowo, P. A., & Supriyadi. (2014). Prediksi Sebaran Intrusi Air Laut Menggunakan Metode Gaya Berat Mikro Antar Waktu di Daerah Semarang Utara. *Unnes Physics Journal*, 3(1), 7–13.
- Wu, P. C., Wei, M., & D'Hondt, S. (2022). Subsidence in Coastal Cities Throughout the World Observed by InSAR. *Geophysical Research Letters*, 49(7). <https://doi.org/10.1029/2022GL098477>