

# Kajian Potensi Penurunan Muka Tanah dan Rancangan Mitigasinya di Dukuh Tambak Gojoyo, Wedung, Demak

## *A Study of Land Subsidence Potential and Its Mitigation Design in Tambak Gojoyo Sub-Village, Wedung, Demak*

Cahyo Wulandari<sup>1\*</sup>, Meidita Farah Widodo<sup>2</sup>, Gunawan Tri Santosa<sup>3</sup>, Dwi Rahman Putra<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

<sup>3</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

<sup>4</sup>Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Diterima: 10 November 2025; Direvisi: 07 Desember 2025; Disetujui: 08 Desember 2025

### Abstract

Tambak Gojoyo Sub-Village, located in the northern coastal area of Demak Regency, faces a serious environmental problems related to land subsidence. This phenomenon is primarily caused by excessive groundwater extraction through deep wells equipped with high-capacity pumps. The condition is further exacerbated by the limited presence of mangrove vegetation as a natural coastal barrier, which increases vulnerability to seawater intrusion and coastal abrasion. This study aims to map the potential areas affected by land subsidence, analyze the rate of land subsidence, and develop relevant mitigation strategies. This activity was conducted as part of a community service program through the KKN-PPM UGM Unit Wedung in 2025. The methods employed include field surveys, community interviews, inventory of groundwater wells including their locations and depths, and calculation of groundwater consumption. The results indicate that the risk radius of subsidence ranges between 70–150 meters from well locations. The rate of land subsidence reaches up to 0.3121 m/year in areas close to coastline. While in areas farther inland, the subsidence rate is recorded at 0.0084 m/year. Mitigation strategies are directed toward reducing dependence on groundwater through the surface water utilization supported by a simple evaporation-based desalination system, as well as the use of existing Karet Jebor Dam infrastructure for water distribution. In addition, conservation efforts are carried out through mangrove rehabilitation to maintain environmental quality and enhance the resilience of coastal ecosystems. Community education programs demonstrate a significant increase in public awareness regarding the hazard of land subsidence and water conservation, as reflected by an increase in post-test scores (8,1) compared to pre-test scored (3,5). These results emphasize the importance of combining between technical solutions with community participation to effectively mitigate subsidence and ensure the sustainability of coastal environments.

**Keywords:** Land subsidence; Groundwater; Mangrove; Desalination; Community service

### Abstrak

Dukuh Tambak Gojoyo yang terletak di wilayah pesisir utara Kabupaten Demak menghadapi permasalahan lingkungan serius terkait penurunan muka tanah. Fenomena ini dipicu oleh eksploitasi air tanah berlebihan melalui sumur bor dengan pompa berdaya tinggi. Kondisi tersebut semakin diperparah oleh minimnya vegetasi mangrove sebagai pelindung alami pesisir sehingga kerentanan terhadap intrusi air laut dan abrasi pesisir meningkat. Studi ini bertujuan untuk memetakan potensi wilayah yang terdampak subsidence, menganalisis tingkat penurunan muka tanah, serta mengembangkan strategi mitigasi yang relevan. Kegiatan ini dilaksanakan sebagai bagian dari program pengabdian masyarakat melalui KKN-PPM UGM Unit Wedung Tahun 2025. Metode

ISSN 3025-633X (print), ISSN 3025-6747 (online)

\* Penulis korespondensi: Cahyo Wulandari

Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora Bulaksumur, Yogyakarta, Indonesia, 55281

Email: wulan\_soil@ugm.ac.id

Copyright © 2025 Jurnal Pengabdian, Riset, Kreativitas, Inovasi, dan Teknologi Tepat Guna (Jurnal Parikesit)  
This work is distributed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

yang digunakan meliputi survei lapangan, wawancara dengan masyarakat, pendataan lokasi dan kedalaman sumur bor, serta perhitungan konsumsi air tanah. Hasil penelitian menunjukkan radius risiko penurunan muka tanah berkisar antara 70–150 meter dari titik sumur. Tingkat penurunan muka tanah tercatat mencapai 0,3121 m/tahun di area yang berdekatan dengan pesisir. Sementara itu, tingkat penurunan muka tanah sebesar 0,0084 m/tahun di area yang lebih jauh dari pesisir. Strategi mitigasi penurunan muka tanah diarahkan pada pengurangan ketergantungan terhadap air tanah melalui pemanfaatan air permukaan dengan sistem desalinasi sederhana berbasis evaporasi, serta dukungan infrastruktur Bendung Karet Jebor untuk distribusi air. Selain itu, upaya konservasi dilakukan melalui rehabilitasi mangrove untuk menjaga kualitas dan meningkatkan ketahanan ekosistem pesisir. Program edukasi masyarakat menunjukkan peningkatan pemahaman yang signifikan terkait bahaya penurunan muka tanah dan pentingnya konservasi air, tercermin dari kenaikan skor tes akhir (8,1) dibandingkan tes awal (3,5). Hasil ini menegaskan pentingnya kolaborasi antara pendekatan teknis dan partisipasi komunitas dalam mitigasi penurunan muka tanah serta menjaga keberlanjutan lingkungan pesisir.

**Kata kunci:** Penurunan muka tanah; Air tanah; Mangrove; Desalinasi; Pengabdian masyarakat

## 1. PENDAHULUAN

Dukuh Tambak Gojoyo, yang merupakan bagian dari Desa Wedung, terletak di kawasan pesisir utara Jawa Tengah dengan topografi yang cenderung datar dan ketinggian hanya beberapa meter di atas permukaan laut. Wilayah ini berada di zona transisi antara daratan dan laut sehingga memiliki karakteristik ekosistem pesisir seperti tambak, rawa, dan muara sungai. Sebagian besar penduduknya bermata pencaharian sebagai nelayan, pembudidaya tambak, dan pedagang hasil laut. Ketergantungan ekonomi pada sumber daya pesisir menjadikan kualitas lingkungan setempat sangat menentukan keberlanjutan mata pencaharian mereka.

Dukuh Tambak Gojoyo dipilih sebagai lokasi kajian karena menunjukkan beberapa indikasi degradasi kualitas lingkungan, seperti adanya indikasi tekanan akuifer (penurunan muka tanah) dan radius genangan rob yang meluas ke area permukiman. Secara ilmiah, penurunan muka tanah (*land subsidence*) adalah fenomena turunnya permukaan tanah secara permanen akibat perubahan volume atau struktur lapisan tanah di bawahnya (Chaussard, dkk., 2013). Penelitian di berbagai kota besar di Indonesia, seperti Jakarta, Semarang, dan Bandung, menunjukkan bahwa penyebab utama fenomena ini adalah eksploitasi air tanah yang berlebihan untuk kebutuhan domestik, industri, maupun pertanian (Abidin, dkk., 2012; Chaussard, dkk., 2013; Bagheri-Gavkosh, 2021). Salah satu bentuk eksploitasi air tanah berlebihan adalah pembangunan sumur bor yang sangat kuat menyedot air karena kedalaman besar dan jenis pompa yang digunakan adalah pompa yang sangat kuat menyedot, seperti pompa *submersible* tanpa mempertimbangkan jarak normal dari setiap sumur bor. Proses ini berlangsung perlahan namun konsisten sehingga dalam jangka panjang mengubah elevasi daratan dan memperburuk risiko genangan.

Peristiwa tersebut juga terjadi di Dukuh Tambak Gojoyo karena dianggap praktis dan mampu menyediakan pasokan air tawar secara cepat dan murah. Namun, berdasar teori, penggunaan air tanah yang berlebihan menyebabkan penurunan tekanan pori di dalam akuifer sehingga butiran sedimen yang sebelumnya ditopang oleh air kehilangan daya penyangganya. Ketika air dipompa keluar lebih cepat daripada kemampuan akuifer untuk melakukan *recharge*, ruang-ruang pori menjadi mengempis dan mengalami konsolidasi permanen. Proses ini menciptakan ruang kosong atau pengurangan volume pada zona akuifer tertekan (*confined* dan/atau *unconfined*), yang kemudian memicu penurunan muka tanah. Mekanisme tersebut telah dijelaskan secara luas dalam studi hidrogeologi bahwa penurunan tekanan pori dan kompaksi lapisan sedimen halus seperti lempung merupakan penyebab utama penurunan muka tanah di banyak wilayah yang mengalami penyesedotan air tanah berlebihan (Fetter, 2014; Galloway & Burbey, 2011; United States Geological Survey (USGS), 2020). Penurunan muka tanah ini memicu terjadinya salah satu bencana yang sudah menjadi bagian dari kehidupan masyarakat Dukuh Tambak Gojoyo, yaitu banjir rob. Dampak rob/genangan air laut mengganggu

kehidupan bermasyarakat, merusak infrastruktur, memicu penurunan kualitas air tanah, dan mengancam kesehatan masyarakat (Susanto, 2017). Selain itu, genangan banjir ini dapat memengaruhi kualitas air permukaan dan air tanah karena banjir rob yang sering membawa sampah dan berpotensi mencemari air permukaan dan air tanah. Dalam konteks ini, fenomena penurunan muka tanah bukan sekadar masalah geologi, melainkan persoalan sosial – ekonomi dan ekologis yang harus segera diatasi melalui pendekatan terpadu.

Kondisi ini menjadi sangat relevan untuk ditangani karena wilayah Tambak Gojoyo terletak di sekitar muara sungai dangkal yang langsung terhubung dengan kawasan pesisir. Menurut teori pengembangan masyarakat (*community development*), keberhasilan pengelolaan lingkungan di daerah rawan bencana memerlukan partisipasi aktif masyarakat sebagai aktor utama perubahan. Kerangka teori pengembangan masyarakat menekankan bahwa masyarakat perlu terlibat sebagai aktor utama dalam memahami masalah, merumuskan strategi, dan mengimplementasikan tindakan yang berkelanjutan (Ife, 2013). Berbagai penelitian sebelumnya, yaitu Prasetyo, 2021 menunjukkan bahwa intervensi berbasis komunitas dalam mitigasi penurunan muka tanah terbukti lebih efektif ketika disertai perubahan perilaku dan penguatan kesadaran kolektif. Bentuk intervensi komunitas adalah peningkatan kesadaran masyarakat terkait optimasi pemanfaatan air permukaan dibandingkan air tanah. Selain itu, bentuk intervensi juga dapat dilakukan terkait kesadaran konservasi mangrove sebagai upaya menjaga kualitas ekosistem pesisir, khususnya untuk mengurangi intrusi air laut dan abrasi. Konservasi mangrove tidak secara langsung menjadi solusi fenomena penurunan muka tanah, tetapi tetap penting bagi ketahanan wilayah pesisir (Puspitasari, 2023). Potensi besar intervensi komunitas di Dukuh Tambak Gojoyo adalah Kelompok Onggojoyo Jaya yang bergerak di bidang konservasi lingkungan (air, mangrove, dan sampah). Hal tersebut yang akan ditinjau lebih lanjut pada artikel ini.

Urgensi kegiatan ini didasarkan pada meningkatnya ancaman penurunan muka tanah dan bencana banjir rob yang berpengaruh langsung pada keberlanjutan sumber air bersih, kesehatan lingkungan permukiman, dan ketahanan ekosistem pesisir. Tanpa intervensi berbasis bukti dan keterlibatan masyarakat, risiko degradasi lingkungan, seperti kerusakan lahan, peningkatan rob, serta penurunan muka tanah diperkirakan akan terus meningkat. Oleh karena itu, penelitian ini diarahkan untuk memetakan potensi wilayah terdampak penurunan muka tanah, menganalisis tingkat penurunan muka tanah, dan mengembangkan strategi mitigasi yang dapat diterapkan secara realistis oleh komunitas lokal.

Pelaksana dari pengabdian masyarakat ini adalah tim KKN-PPM UGM Unit Wedung 2025. Berbeda dengan program pengabdian masyarakat sebelumnya yang cenderung fokus pada satu aspek, misalnya pembersihan sungai atau pemasangan pompa air, program ini mengintegrasikan dua isu krusial sekaligus, yaitu fenomena penurunan muka tanah dan mitigasi dampaknya. Dengan demikian, permasalahan yang dihadapi masyarakat Dukuh Tambak Gojoyo tidak hanya diatasi dari sisi teknis, tetapi juga dari sisi sosial, edukatif, dan partisipatif.

## 2. METODE PELAKSANAAN

Metode pendataan titik banjir sebagai indikasi penurunan muka tanah di Dukuh Tambak Gojoyo, Wedung, Demak adalah observasi, pendataan secara rumah ke rumah kepada pemilik sumur, dan wawancara terhadap masyarakat sehingga meningkatkan validitas temuan. Selain itu, penyampaian informasi terkait bahaya sumur bor dalam penurunan muka tanah juga dapat diterima dengan baik oleh masyarakat. Oleh sebab itu, perubahan pola pikir masyarakat menjadi fokus utama untuk terlaksananya program ini.

Metode analisis data yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif. Metode kuantitatif yang digunakan adalah: (1) pengukuran radius area rawan subsidensi melalui parameter kedalaman sumur dan jenis pompa yang digunakan dengan referensi perhitungan radius berdasar Takahashi, dkk., (2003) dan Yoshikawa (2006); (2) perhitungan tingkat penurunan muka tanah di area sekitar sumur berdasar Galloway (2011), Holzer (1984), dan Poland (1984). Metode deskriptif yang digunakan adalah deskripsi desalinasi untuk optimasi pengambilan air permukaan sebagai mitigasi penurunan muka tanah, mangrove sebagai konservasi pesisir, hasil tes awal dan tes akhir terkait sesi edukasi penurunan muka tanah, mitigasinya, dan mangrove.

Instrumen tes awal dan tes akhir yang digunakan dalam kegiatan edukasi dirancang untuk mengukur peningkatan pemahaman peserta mengenai fenomena penurunan muka tanah, bahaya eksploitasi air tanah berlebih, opsi mitigasi penurunan muka tanah, dan opsi konservasi pesisir. Jumlah responden yang mengikuti tes awal dan tes akhir adalah 30 peserta dan seluruhnya merupakan warga Dukuh Tambak Gojoyo yang hadir pada sesi edukasi. Instrumen tes terdiri dari 10 butir soal pilihan ganda yang mencakup: (1) pemahaman konsep penurunan muka tanah, (2) dampak penggunaan pompa *submersible* pada akuifer, (3) pemahaman intrusi air laut, (4) prinsip dasar sumur dan akuifer, (5) upaya mitigasi berupa desalinasi metode evaporasi, dan (6) konservasi pesisir dengan mangrove. Salah satu contoh butir soal adalah “Apa yang dimaksud dengan desalinasi?” (a) proses menambahkan garam ke air, (b) proses mengubah air laut menjadi air tawar, (c) proses mendidihkan air untuk keperluan industri, dan (d) proses menyaring kotoran dari air sungai. Validitas isi instrumen ditentukan berdasarkan kesesuaian indikator dengan tujuan pembelajaran dan kajian literatur pada instrumen sejenis yang digunakan dalam penelitian edukasi kebencanaan dan hidrogeologi. Selain itu, instrumen telah melalui uji coba terbatas (*pilot test*) kepada 5 responden untuk memastikan kejelasan redaksi dan tingkat kesulitan soal. Reliabilitas instrumen dihitung menggunakan koefisien Cronbach's Alpha dengan rumus sebagai berikut.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

Keterangan:

k = jumlah item

S<sub>i</sub> = varians setiap butir soal

S<sub>t</sub> = varians total skor

Hasil perhitungan menunjukkan nilai *alpha* sebesar 0,82 yang mengindikasikan bahwa instrumen memiliki reliabilitas tinggi dan layak digunakan untuk mengukur perubahan pemahaman peserta. Lokasi kegiatan ini berada di Dukuh Tambak Gojoyo, Desa Wedung, Kecamatan Wedung, Kabupaten Demak, Provinsi Jawa Tengah. Durasi kegiatan dari awal pelaksanaan KKN (21 Juni 2025) hingga mendekati penarikan KKN (4 Agustus 2025).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil survei dan perhitungan: radius risiko area terkena penurunan muka tanah dan tingkat penurunan muka tanah yang terjadi

Berdasar hasil survei tim KKN-PPM UGM Unit Wedung 2025, penggunaan air tanah di Dukuh Tambak Gojoyo, Wedung, Demak dilakukan tanpa perhitungan kapasitas akuifer. Kedalaman air tanah di sumur bor warga sebesar 60 - 90 meter dan 50% sumur menggunakan pompa *submersible* sehingga mengganggu keseimbangan geologis bawah permukaan karena daya hisapnya yang terlalu kuat. Daya hisap ini bisa membuat akuifer memiliki ruang kosong secara signifikan dan memicu

penurunan muka tanah lebih besar dibanding jenis pompa lain. Maka, risiko penurunan muka tanah dari pompa ini adalah tinggi. Hal ini dapat ditinjau lebih lanjut pada **Lampiran 1**.

Analisis pada **Lampiran 1** menunjukkan bahwa beberapa sumur mengalami peningkatan kedalaman secara bertahap dari tahun ke tahun. Misalnya, Sumur Bor 1 awalnya memiliki kedalaman 70 meter pada tahun 2000 – 2005 dan diperdalam menjadi 90 meter pada tahun 2005. Hal yang serupa juga terjadi pada Sumur Bor 4 yang sebelum tahun 2017 hanya memiliki kedalaman 20 meter dan diperdalam menjadi 60 meter. Pola peningkatan kedalaman yang konsisten ini mengindikasikan adanya perubahan kondisi hidrogeologi yang dirasakan oleh warga, seperti turunnya muka air tanah atau penurunan elevasi tanah sehingga warga harus menggali sumur semakin dalam untuk memperoleh air.

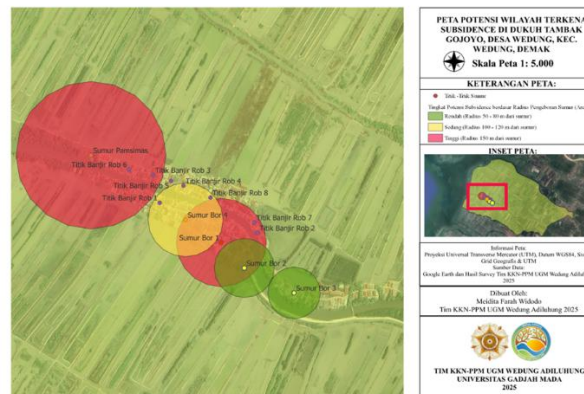
Menariknya, pola peningkatan kedalaman sumur ini konsisten dengan estimasi radius area berisiko penurunan muka tanah pada kolom “Risiko Area Terkena Penurunan Muka Tanah”. Sumur-sumur yang kedalamannya meningkat dari waktu ke waktu justru berada pada radius risiko yang lebih besar (80 – 150 meter). Ketika pola peningkatan kedalaman sumur dibandingkan dengan persebaran delapan titik banjir rob di lapangan. Seluruh titik banjir rob tersebut berada di dalam radius risiko penurunan muka tanah yang dihitung. Kesesuaian ini memperkuat dugaan bahwa perubahan kedalaman sumur dan munculnya banjir rob merupakan fenomena yang saling terkait.

Walaupun pola peningkatan kedalaman sumur dan posisi banjir rob yang konsisten berada dalam radius risiko penurunan muka tanah memberikan indikasi kuat bahwa penurunan muka tanah kemungkinan terjadi di Dukuh Tambak Gojoyo, data ini belum dapat digunakan sebagai bukti absolut. Peningkatan kedalaman sumur dapat pula disebabkan oleh perubahan muka air tanah musiman atau peningkatan kebutuhan air. Namun, ketika pola peningkatan kedalaman ini muncul pada beberapa rumah dan beriringan dengan kemunculan titik banjir rob yang stabil pada lokasi yang sama. Maka, kedua fenomena tersebut menjadi bukti pendukung penting bahwa penurunan muka tanah sangat mungkin terjadi. Oleh karena itu, pola ini digunakan sebagai indikasi lapangan dalam kajian ini.

Berdasar **Lampiran 1**, terdapat lima sumur bor yang diidentifikasi dan dianalisis lebih lanjut terkait risiko penurunan muka tanah. Sumur pertama adalah sumur PAMSIMAS. PAMSIMAS merupakan singkatan dari Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat. Program ini merupakan salah satu fasilitas penyediaan air bersih yang dibangun melalui program bantuan pemerintah untuk meningkatkan akses masyarakat terhadap air minum layak. Infrastruktur ini pada awalnya berfungsi sebagai sumber distribusi air bagi warga melalui sistem pompa dan jaringan perpipaan. Namun, sumur ini sudah tidak beroperasi. Walaupun sumur ini sudah tidak beroperasi, dampaknya masih terasa hingga saat ini. Dampaknya kini terlihat jelas, yaitu permukaan tanah mengalami penurunan signifikan ditandai dengan adanya delapan titik banjir rob, morfologi wilayah berubah, dan ketahanan kawasan terhadap intrusi air laut semakin menurun ditandai dengan air sumur yang masih payau. Delapan titik banjir tersebut masuk ke dalam radius wilayah terkena penurunan muka tanah dari sumur bor warga dan PAMSIMAS. Artinya, perhitungan perkiraan radius dan kondisi yang terjadi di lapangan sudah sesuai. Hal ini dapat ditinjau lebih lanjut pada **Gambar 1**.

Kombinasi antara penurunan muka tanah dan topografi rendah membuat banjir rob menjadi ancaman rutin yang melanda Dukuh Tambak Gojoyo. Berdasarkan hasil survei, terdapat total delapan titik banjir dengan kedalaman 10-15 cm dan menyebar di area sekitar sumur bor yang terjadi di jam masyarakat beraktivitas secara produktif, yaitu 09.00 - 16.00 WIB. Walaupun sumur PAMSIMAS sudah tidak beroperasi, untuk perhitungan penurunan muka tanah penggunaan air tetap dicantumkan karena efeknya masih terasa dengan prinsip muka tanah yang sudah turun tidak bisa dinaikkan kembali, tetapi untuk konservasi bisa dipertahankan posisinya saat ini. Berdasar **Lampiran 1** dan **Gambar 1**, terdapat perbedaan antara daerah yang dekat dan cukup berjarak dari pesisir (tingkat kerawanan penurunan muka tanah lebih besar dengan warna radius kuning - merah di area dekat pesisir). Semakin ke arah barat, wilayah Dukuh Tambak Gojoyo semakin mendekati pesisir. Artinya,

area yang dekat dengan pesisir memiliki muka air tanah lebih rendah karena kedekatannya dengan garis pantai dan tekanan hidrolik yang berbeda.



**Gambar 1.** Peta potensi wilayah terkena penurunan muka tanah di Dukuh Tambak Gojoyo, Wedung, Demak, Jawa Tengah

Muka air tanah asli rendah di daerah dekat pesisir membuat masyarakat harus menggunakan sumur bor dengan kedalaman dan kekuatan pompa besar agar air bisa keluar. Hal ini memperburuk keadaan muka air tanah dan muka tanah di daerah dekat pesisir. Berdasar **Gambar 1**, area yang dekat dengan pesisir dapat diwakili area sumur PAMSIMAS, sumur bor 1, dan sumur bor 4. Area yang cukup berjarak dari pesisir dapat diwakili area sumur bor 2 dan sumur bor 3. Penurunan muka tanah dihitung menggunakan pendekatan konsolidasi vertikal yang diturunkan dari Teori [Terzaghi \(1925\)](#). Rumus dari teori adalah sebagai berikut.

$$S = mv \cdot \Delta \sigma' \cdot H$$

dengan:

$$\Delta \sigma' = \gamma_w \cdot \Delta h ; \Delta h = \frac{V}{A \cdot S_y}$$

Keterangan :

$S$  = Subsidence (m)

$mv$  = koefisien kompresibilitas tanah ( $\text{m}^2/\text{kN}$ )

$\Delta \sigma'$  = perubahan tegangan efektif ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )

$H$  = tebal lapisan terkompresi (m)

$\gamma_w$  = berat jenis air ( $9,81 \text{ kN}/\text{m}^3$ )

$\Delta h$  = penurunan muka air tanah akibat pemompaan (m)

Parameter  $mv$ ,  $\gamma_w$ ,  $H$ ,  $A$ , dan  $S_y$  relatif konstan pada akuifer pesisir Demak. Persamaan tersebut dapat disederhanakan menjadi bentuk empiris sebagai berikut. ([Galloway & Burbey, 2011](#); [Mesri, G., & Zhang, M. Y, 2020](#); [Terzaghi, 1925](#) ).

$$S = V \cdot F$$

Keterangan :

$S$  = Subsidence tahunan ( $\text{mm}/\text{tahun}$ )

$V$  = volume air diambil ( $\text{m}^3/\text{tahun}$ )

$F$  = faktor kompakan tanah ( $\text{mm}/\text{m}^3$ )

Maka, tingkat penurunan muka tanah yang terjadi dapat dihitung sebagai berikut (faktor kompakan tanah =  $2 \text{ mm per } 1000 \text{ m}^3$ ).

### 3.1.1. Area dekat pesisir (sumur PAMSIMAS, sumur bor 1, dan sumur bor 4)

$$\begin{aligned} \text{Volume air yang diambil} &= 375.000 + 22.500 + 30.000 = 427.500 \text{ L/hari} = 427,5 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 156.037,5 \text{ m}^3/\text{tahun} \end{aligned}$$

$$\text{Subsidence tahunan} = \text{Volume air yang diambil (m}^3/\text{tahun)} \times \text{Faktor Kompakan Tanah}$$



$$\begin{aligned}
 & (\text{mm/m}^3) \\
 & = 156.037,5 \times \frac{2}{1000} = 312,075 \approx 312,1 \text{ mm/tahun} = 0,3121 \text{ m/tahun}
 \end{aligned}$$

### 3.1.2. Area cukup berjarak dari pesisir (sumur bor 2 dan sumur bor 3)

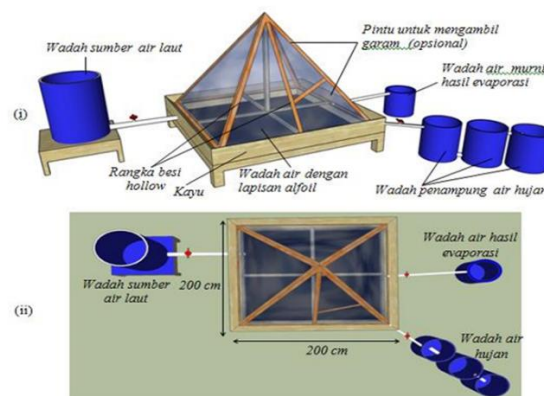
$$\begin{aligned}
 \text{Volume air yang diambil} &= 7.500 + 4.000 = 11.500 \text{ L/hari} = 11,5 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 4.197,5 \text{ m}^3/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Subsidence tahunan} &= \text{Volume air yang diambil (m}^3/\text{tahun)} \times \text{Faktor Kompakan Tanah} \\
 & (\text{mm/m}^3)
 \end{aligned}$$

$$= 4.197,5 \times \frac{2}{1000} = 8,395 \approx 8,4 \text{ mm/tahun} = 0,0084 \text{ m/tahun}$$

### 3.2. Upaya mitigasi penurunan muka tanah: optimasi pengambilan air permukaan dengan desalinasi dan upaya konservasi ekosistem pesisir: mangrove

Upaya konservasi penurunan muka tanah yaitu optimasi pengambilan serta pemanfaatan air permukaan dibandingkan air tanah. Salah satu metode pengambilan air permukaan di daerah pesisir adalah desalinasi metode evaporasi (mengubah air asin menjadi tawar dengan penguapan cahaya matahari). Metode ini mengambil air permukaan sebagai sumber utama dan bisa menjadi solusi masyarakat yang sampai saat ini masih menggunakan sumber air tanah. Desalinasi ini turut menjadi program yang berjalan beriringan dengan pendataan area terkena penurunan muka tanah. Sebagai bentuk edukasi, tim KKN-PPM UGM Unit Wedung 2025 membuat *prototype* alat berdasarkan jurnal Said, dkk., (2014) yang terdesain seperti pada Gambar 2 dan kemudian direalisasikan oleh tim KKN-PPM UGM Unit Wedung 2025 seperti pada Gambar 3.



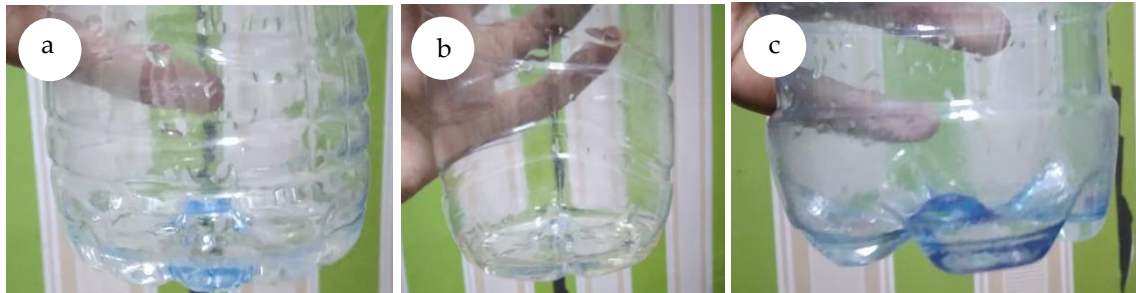
Gambar 2. Desain berdasar jurnal Said et al. (2014)



Gambar 3. Realisasi *prototype* sebagai salah satu program KKN-PPM UGM Unit Wedung 2025

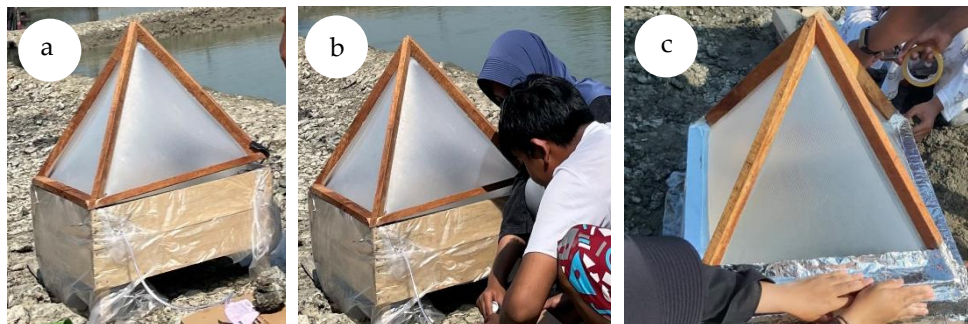
Berdasarkan penelitian Said, dkk., (2014), air hasil desalinasi dari alat tersebut sudah diuji dengan beberapa parameter, seperti konduktivitas, salinitas, jumlah zat padat terlarut, rasa, bau, dan suhu. Semua parameter sudah sesuai dengan standar Kementerian Kesehatan, (2010), No: 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Kualitas Air Minum. Namun, sebelum diedukasikan ke

masyarakat, tim KKN-PPM UGM Unit Wedung 2025 melakukan beberapa uji coba untuk mengetahui penanganan pada alat apabila ada *error prototype* yang belum disebutkan di jurnal. Parameter yang diuji adalah salinitas dalam satuan ppt.



**Gambar 4.** Air hasil desalinasi : (a) Uji coba 1; (b) Uji coba 2; (c) Uji coba 3

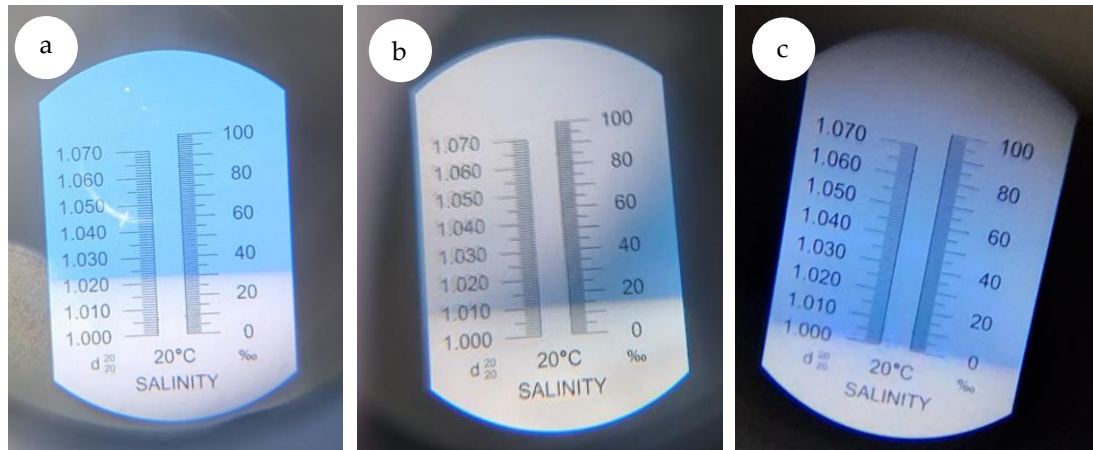
Berdasarkan **Gambar 4 (a), 4 (b), dan 4 (c)**, volume air hasil desalinasi cenderung meningkat, uji coba 1 sebanyak 10 mL, uji coba 2 sebanyak 12 mL, dan uji coba 3 sebanyak 15 mL. Hal ini bisa disebabkan uji coba 1 memiliki lubang cukup besar dibandingkan uji coba 2 dan 3 sehingga sebagian uap air cenderung keluar dan tidak menguap ke piramida. Uji coba 2 meningkat daripada uji coba 1 karena alat celah di alat sudah ditambah dengan lem pipa. Uji coba 3 adalah volume paling maksimal karena sudah ditutup rapat dengan aluminium foil. *Error* semacam inilah yang menjadi tujuan dari dilakukannya uji coba agar menjadi pembelajaran dalam realisasi dengan ukuran lebih besar. Secara umum, tujuan uji coba *prototype* alat desalinasi ini adalah agar masyarakat memiliki opsi untuk mendapatkan air tawar dengan air permukaan, daripada harus menggunakan air tanah dan menjadi tindak lanjut realisasi dari penelitian sebelumnya (Said, dkk., 2014). Uji coba ini dapat ditinjau lebih lanjut pada **Gambar 5 (a), 5 (b), dan 5 (c)** berikut.



**Gambar 5.** Kondisi Alat Setiap Uji Coba : (a) Uji coba 1 ; (b) Uji coba 2 ; (c) Uji coba 3

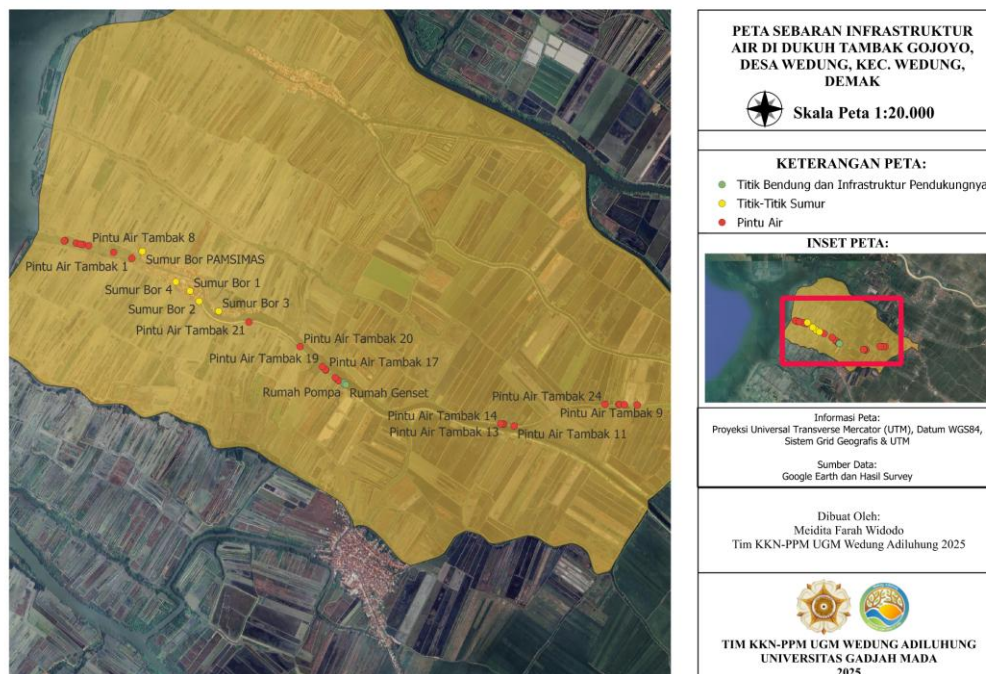
Berdasarkan **Gambar 5 (a)**, kondisi alat uji coba 1 memiliki celah cukup besar karena rekayasa ukuran dari fiber masih belum sesuai dengan kayu yang ada. Uji coba ini diukur salinitasnya dan menghasilkan seperti pada **Gambar 6 (a)**, yaitu sebesar 30 ppt dari yang awalnya sebesar 30 ppt. Setelah dilakukan studi literatur, ternyata memang udara pesisir mengandung aerosol garam dan apabila air tawar dibiarkan di udara pesisir akan menjadi asin karena garam terbawa oleh udara dan angin. Studi di daerah semi-kering Bahia, Brazil mengkonfirmasi bahwa udara pesisir mengandung aerosol garam laut yang dapat diangkut hingga daerah daratan jauh (Oliveira, dkk., 2017). Selain itu, aerosol garam laut benar-benar dapat mengendap pada permukaan air, termasuk air tawar, yang diprediksi melalui simulasi turbulensi atmosfer secara *Large Eddy* (Slinn, dkk., 1980). Maka, pada uji coba 2 alat ditutup dengan lem pipa seperti **Gambar 5 (b)** dan menghasilkan salinitas yang lebih rendah dari uji coba 1, yaitu sebesar 15 ppt (**Gambar 6 (b)**). Hasil tersebut belum memenuhi baku mutu air konsumsi sehingga uji coba 3 dilakukan dengan menutup rapat celah alat dengan aluminium foil dan hasilnya sudah memenuhi, yaitu 0 ppt (tawar) seperti pada **Gambar 6 (c)**.





**Gambar 6.** Hasil Uji Salinitas Air : (a) Uji coba 1; (b) Uji coba 2; (c) Uji coba 3

Sebagai salah satu potensi untuk pembendungan air ke alat desalinasi apabila akan diterapkan di masa mendatang adalah infrastruktur Bendung Karet Jebor yang sudah ada di Dukuh Tambak Gojoyo. Berdasarkan **Gambar 7**, letak dari infrastruktur bendung berada di area yang berjarak dari pesisir, tetapi tidak jauh dari permukiman. Letaknya yang berada di sebelum area permukiman ditandai dengan posisi titik bendung berada sebelum titik sumur bor warga. Hal ini menandakan elevasi yang lebih tinggi dari pemukiman karena berpatokan dengan aliran sungai menuju muara laut (semakin menuju ke garis pantai semakin rendah elevasi). Maka, infrastruktur bendung berpotensi besar untuk pengaliran dengan gravitasi (tanpa pompa) menuju alat desalinasi, dilanjutkan ke permukiman. Selain itu, infrastruktur ini masih beroperasi dan airnya digunakan untuk irigasi tambak. Hal ini bisa menjadi keberlanjutan untuk perancangan dan desain mendalam infrastruktur desalinasi di Dukuh Tambak Gojoyo dalam skala besar.



**Gambar 7.** Peta pendataan dan pemeriksaan infrastruktur air Dukuh Tambak Gojoyo

Selain upaya mitigasi berupa optimasi pemanfaatan air permukaan (salah satunya adalah metode desalinasi), upaya konservasi ketahanan pesisir juga perlu dilakukan. Dukuh Tambak Gojoyo memiliki kelompok bapak-bapak yang aktif bergerak di bidang lingkungan (mangrove, air, dan sampah), yang bernama Kelompok Onggojoyo Jaya. Kelompok Onggojoyo Jaya memiliki potensi peran yang strategis

untuk menjalankan kedua upaya tersebut (upaya mitigasi penurunan muka tanah dan konservasi ketahanan pesisir). Prasetyo (2021) menyatakan bahwa intervensi berbasis komunitas dalam mitigasi penurunan muka tanah terbukti lebih efektif ketika disertai perubahan perilaku dan penguatan kesadaran kolektif. Kegiatan Kelompok Onggojoyo Jaya sangat beragam yang tertera pada **Gambar 8**. Kelompok Onggojoyo Jaya menjadi pengurus utama untuk Infrastruktur Bendung Karet Jebor yang melakukan kontrol pemompaan air dari sungai dan distribusi air ke tambak. Hal ini tentu menjadi potensi besar dengan intervensi Kelompok Onggojoyo, komunitas yang bergerak dan terjun langsung sebagai pengurus infrastruktur turut memberikan pemahaman kepada masyarakat terkait isu penurunan muka tanah. Peningkatan pemahaman dan kesadaran masyarakat diharapkan menjadi awal mula peralihan pemanfaatan air yang semula air tanah menjadi air permukaan. Selain itu, kegiatan mangrove juga beragam untuk menjaga ketahanan pesisir dari abrasi dan intrusi air laut, mulai dari rehabilitasi mangrove yang didukung oleh DLHK Provinsi Jawa Tengah dan seluruh elemen masyarakat, hingga konservasi mangrove yang melibatkan pihak eksternal, seperti para siswa SMP N 3 Wedung, SMA N 1 Wedung, Wetland, OISCA, bahkan tim KKN-PPM UGM Unit Wedung 2025 yang juga terlibat. Rehabilitasi mangrove terdekat sudah dilaksanakan tanggal 11 Agustus 2025. Tingkat penurunan muka tanah, upaya mitigasi penurunan muka tanah berupa desalinasi dengan metode evaporasi dengan potensi pembendungan air melalui bendung karet jebor, serta peran mangrove sebagai konservasi ketahanan pesisir inilah yang akan diedukasikan ke masyarakat. Dokumentasi kegiatan kelompok terkait konservasi air dan mangrove adalah sebagai berikut



**Gambar 8.** Dokumentasi kegiatan Kelompok Tani Onggojoyo Jaya

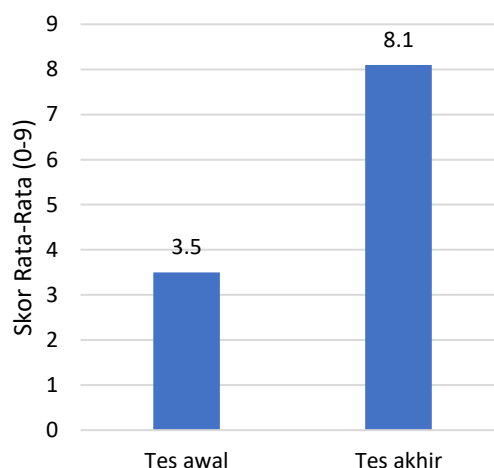
### 3.3. Hasil tes awal dan tes akhir sesi edukasi penurunan muka tanah, desalinasi sebagai optimasi pengambilan air permukaan untuk mitigasi penurunan muka tanah, dan mangrove sebagai konservasi ketahanan pesisir

Edukasi terkait penurunan muka tanah: permasalahan, opsi mitigasi dengan desalinasi (Parsa, dkk., 2023; Said, dkk., 2014), dan opsi konservasi berupa mangrove dilaksanakan tanggal 4 Agustus 2025 dengan sasaran bapak-bapak Dukuh Tambak Gojoyo. Edukasi ini bertujuan untuk menyampaikan hasil program Pendataan Potensi Wilayah Terkena Penurunan muka tanah, Edukasi Sistem Desalinasi Sederhana (Metode Evaporasi) sebagai Konservasi Air Daerah Pesisir, dan Pendataan dan Pemeriksaan Infrastruktur Air di Pesisir (Upaya Mitigasi Penurunan Muka Tanah). Dokumentasi sesi edukasi dari ketiga program dapat ditinjau lebih lanjut pada **Gambar 9**.



**Gambar 9.** Dokumentasi sesi edukasi bapak-bapak Dukuh Tambak Gojoyo

Dampak edukasi tersebut ditinjau lebih lanjut berdasar skor dari tes awal dan tes akhir dari partisipan sesi edukasi. Soal yang diberikan pada tes awal dan tes akhir sama, tetapi waktu pengerjaannya berbeda tes awal sebelum kegiatan dan tes akhir setelah kegiatan) untuk menguji dampak penyampaian edukasi. Instrumen tes awal dan tes akhir yang digunakan telah melalui proses verifikasi isi berdasarkan kesesuaian indikator dan uji reliabilitas (Cronbach's Alpha = 0,82) sehingga hasil perubahan skor dapat diinterpretasikan secara memadai. Berdasarkan hasil skor tes pada **Gambar 10**, untuk tes akhir lebih tinggi atau meningkat (8.1) dibandingkan rata-rata skor untuk tes awal (3.5). Hal ini menunjukkan tingkat pengetahuan dan kesadaran sasaran meningkat setelah diberi materi edukasi. Artinya, sebelum adanya kegiatan, masyarakat masih belum menyadari terkait isu penurunan muka tanah yang disebabkan dari adanya sumur bor yang tidak mempertimbangkan kapasitas akuifer, desalinasi sebagai salah satu opsi mitigasi penurunan muka tanah untuk menggunakan air permukaan dibandingkan eksploitasi air tanah, dan mangrove sebagai salah satu konservasi ketahanan pesisir. Setelah adanya kegiatan, masyarakat mulai menyadari terkait ketiga hal tersebut.



**Gambar 10.** Grafik perbandingan rata-rata skor tes awal dan tes akhir

#### 4. KESIMPULAN

Rentang radius area terkena penurunan muka tanah dari sumber penyebab (sumur bor) adalah 70 - 150 meter. Tingkat penurunan muka tanah untuk daerah dekat pesisir (area sumur PAMSIMAS, sumur bor 1, sumur bor 4) adalah 0,3121 m/tahun dan daerah cukup berjarak dari pesisir (area sumur bor 2 dan 3) adalah 0,0084 m/tahun. Upaya mitigasi yang bisa dilakukan adalah optimasi pemanfaatan



air permukaan (salah satunya desalinasi) dengan memanfaatkan potensi infrastruktur air yang ada sekarang berupa Infrastruktur Bendung Karet Jebor dan upaya konservasi ketahanan pesisir berupa rehabilitasi mangrove untuk mencegah abrasi dan intrusi air laut. Sesi edukasi dapat diterima oleh masyarakat dan kesadaran meningkat terkait isu penurunan muka tanah, upaya desalinasi sebagai mitigasi penurunan muka tanah, dan upaya mangrove sebagai konservasi ketahanan pesisir dari abrasi dan intrusi air laut ditandai dengan meningkatnya nilai dari rata-rata skor tes awal sebesar 3,5 dari 9 menjadi 8,1 dari 9 (skor tes akhir).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada yang telah memberikan dukungan pendanaan sehingga kegiatan ini dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada masyarakat Dukuh Tambak Gojoyo, khususnya para bapak-bapak dan pengelola infrastruktur bendung, atas antusiasme, informasi berharga, serta bantuan yang diberikan selama proses kegiatan berlangsung. Dukungan tersebut sangat berarti bagi kelancaran program dan keberhasilan pencapaian tujuan penelitian serta pengabdian masyarakat ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z., Andreas, H., Gumilar, I., Brinkman, J. J. (2015). Study on the risk and impacts of land subsidence in Jakarta. *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences (IAHS)*, 372, 115 – 120. <https://doi.org/10.5194/piahs-372-115-2015>
- Bagheri-Gavkosh, M. (2021). Land subsidence: A global challenge. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147113>
- Chaussard, E., Amelung, F., Abidin, H. Z., & Hong, S. H. (2013). Sinking cities in Indonesia: ALOS PALSAR detects rapid subsidence due to groundwater and gas extraction. *Remote Sensing of Environment*, 128, 150–161. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.10.015>
- Fetter, C. W. (2014). *Applied hydrogeology* (4th ed.). Pearson
- Galloway, D. L., & Burbey, T. J. (2011). Review: Regional land subsidence accompanying groundwater extraction. *Hydrogeology Journal*, 19(8), 1459–1486. <https://doi.org/10.1007/s10040-011-0775-5>
- Holzer, T. L. (1984). Ground failure induced by ground-water withdrawal from unconsolidated sediment. *Reviews in Engineering Geology*, 6, 67–105. <https://doi.org/10.1130/REG6-p67>
- Ife, J. (2013). *Community development in an uncertain world: Vision, analysis, and practice* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Mesri, G., & Zhang, M. Y. (2020). Consolidation theory revisited: Developments from Terzaghi to present. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)GT.1943-5606.0002397](https://doi.org/10.1061/(ASCE)GT.1943-5606.0002397)
- Parsa, S. M., dkk. (2023). Solar desalination and solar still technologies: Review of small-scale desalination options. *Water*. <https://doi.org/10.3390/w15010035>
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2010). *Peraturan menteri kesehatan republik indonesia nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Poland, J. F. (1984). *Guidebook to studies of land subsidence due to ground-water withdrawal*. UNESCO, Studies and Reports in Hydrology (Vol. 40).
- Prasetyo, P., Rahayu, A. D., Juliani, R., Indarto, A. D. C., Ankhoviyya, N., Gumilar, E., Susanto, D., & Nugroho, A. (2021). Understanding resident intention and behavior toward water conservation initiative in the upstream of West Java, Indonesia. *Jurnal Sylva Lestari*, 10(1), 12–25. <https://doi.org/10.23960/jsl.v10i1.541>
- Puspitasari, D. A. (2023). Role of mangroves in supporting ecosystem-based coastal resilience/conservation (review).

- Said, L., Iswadi. (2014). Rancang bangun alat pemurni air laut menjadi air minum menggunakan sistem piramida air (green house effect) bagi masyarakat pulau dan pesisir di Kota Makassar. *Jurnal Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 12 (3), 300 – 310.
- Slinn, S. A., & Slinn, W. G. N. (1980). Sea salt aerosol deposition in the coastal zone: A large eddy simulation study. *Atmospheric Environment*, 14(11), 1099–1106.
- Susanto, A. (2017). Strategi peningkatan resiliensi masyarakat pesisir terhadap tekanan sosio-ekologis (studi kasus pesisir Kota Semarang). *Jurnal Matematika Sains Dan Teknologi*, 18(1), 11-27.
- Takahashi, K., Sudaryanto, T., Yoshikawa, S., & Miyazaki, T. (2003). Hydrogeological response of deep confined aquifers to long-term pumping in Jakarta. *IAHS Publication*, 275, 41–48.
- Terzaghi, K. (1925). *Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer Grundlage*. Franz Deuticke.
- United States Geological Survey (USGS). (2020). *Groundwater decline and land subsidence*. <https://www.usgs.gov>
- Oliveira, C. N., Campos, V. P., Medeiros, Y. D. P., & Quim. Nova. (2017). Influence of the transport of sea spray on the salinization of the semiarid region waters (Bahia, Brazil). *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 28(12).
- Yoshikawa, S. (2006). Land subsidence caused by excessive groundwater pumping in Asian cities. *IAHS Publication*, 299, 339–354.



## LAMPIRAN

## Lampiran 1. Karakteristik sumur bor di Dukuh Tambak Gojoyo, Wedung, Demak, Jawa Tengah

No.	Jenis Sumur	Kedalaman (m)	Riwayat Peningkatan Kedalaman Sumur	Jenis Pompa	Jumlah Rumah Terhubung	Total Konsumsi Harian* (L/hari)	Radius Risiko Penurunan Muka Tanah (m)	Kategori Risiko Penurunan Muka Tanah
1.	Sumur PAMSIMAS	200		<i>Submersible</i>	500 (estimasi)	375.000	150	Tinggi
2.	Sumur Bor 1	90	Tahun 2000 hingga 2005 70 meter, tahun 2005 diperdalam menjadi 90	<i>Submersible</i>	30	22.500	120	Tinggi
3.	Sumur Bor 2	70		Listrik Rumah Tangga	15	7.500	80	Rendah
4.	Sumur Bor 3	70		Listrik Rumah Tangga	8	4.000	70	Rendah
5.	Sumur Bor 4	60	Sebelum 2017 20 meter, tahun 2017 diperdalam menjadi 60 meter	<i>Submersible</i>	40	30.000	100	Sedang
Total						439.000		

\*: Total konsumsi harian (L/hari)= jumlah rumah x jumlah orang per rumah x penggunaan air per kapita untuk pompa submersible atau pompa listrik rumah tangga (L/orang/hari)  
 Penggunaan air per kapita untuk pompa *submersible* = 150 L/orang/hari  
 Penggunaan air per kapita untuk pompa listrik rumah tangga = 100 L/orang/hari