



Petirtaan Sumberbeji

... asesmen berdasarkan informasi awal ...

oleh [Djoko Luknanto](#), November 2024

Purnabhakti Tahun 2021 Departemen Teknik Sipil FT UGM

Informasi Awal

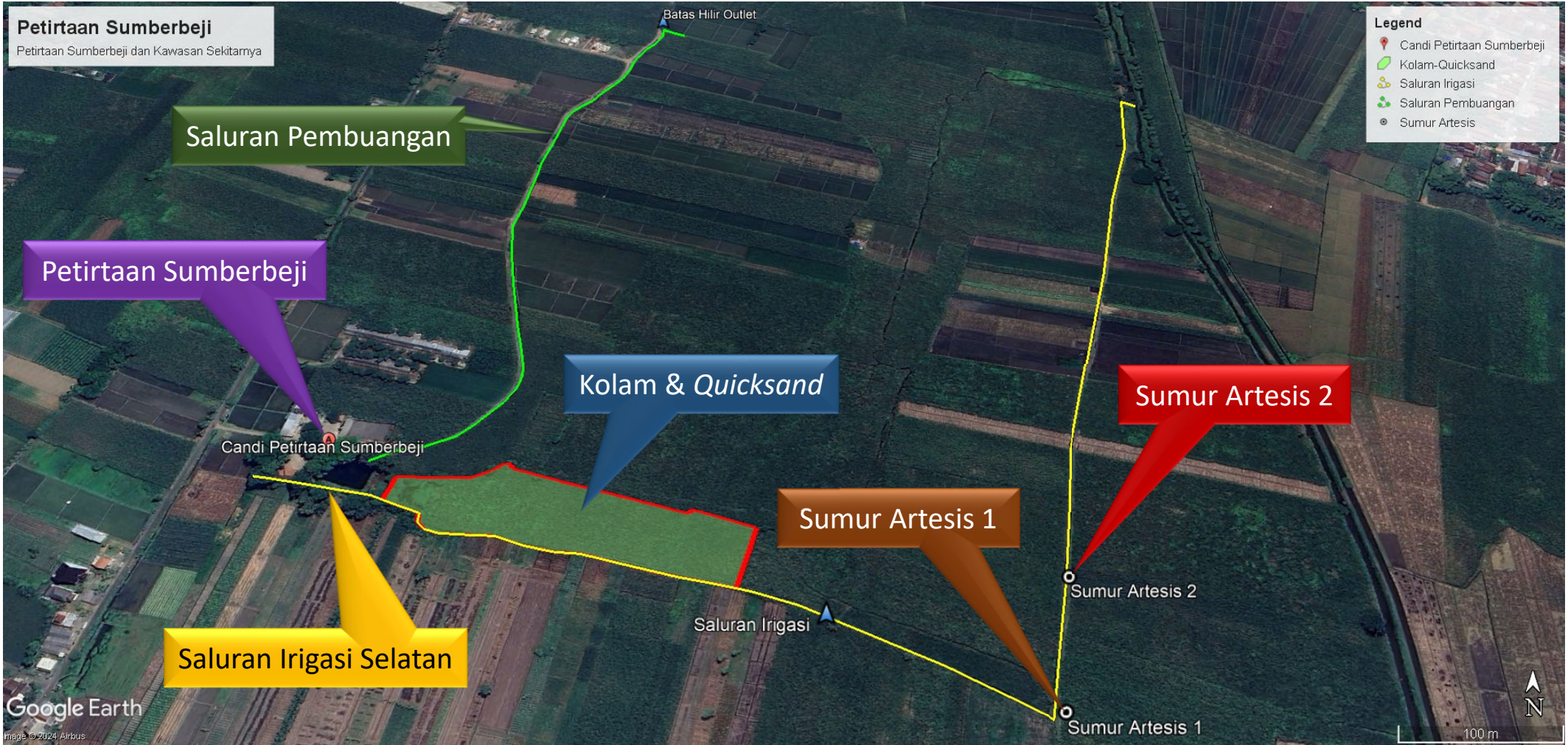
Diperoleh selama kunjungan lapangan 9 hari: Jum'at, 22 November sampai dengan Minggu, 1 Desember 2024

- Melihat situasi kesumberdayaairan di kawasan Pertirtaan Sumberbeji
- Wawancara dengan penduduk sekitar kawasan.
- Meninjau sistem alur alami dan sumur artesis di sekitar kawasan Pertirtaan Sumberbeji.
- Meninjau kawasan *Quicksand* di sebelah Timur Pertirtaan Sumberbeji.
- Data sekunder: Google Earth Pro, dan Kecerdasan Buatan.

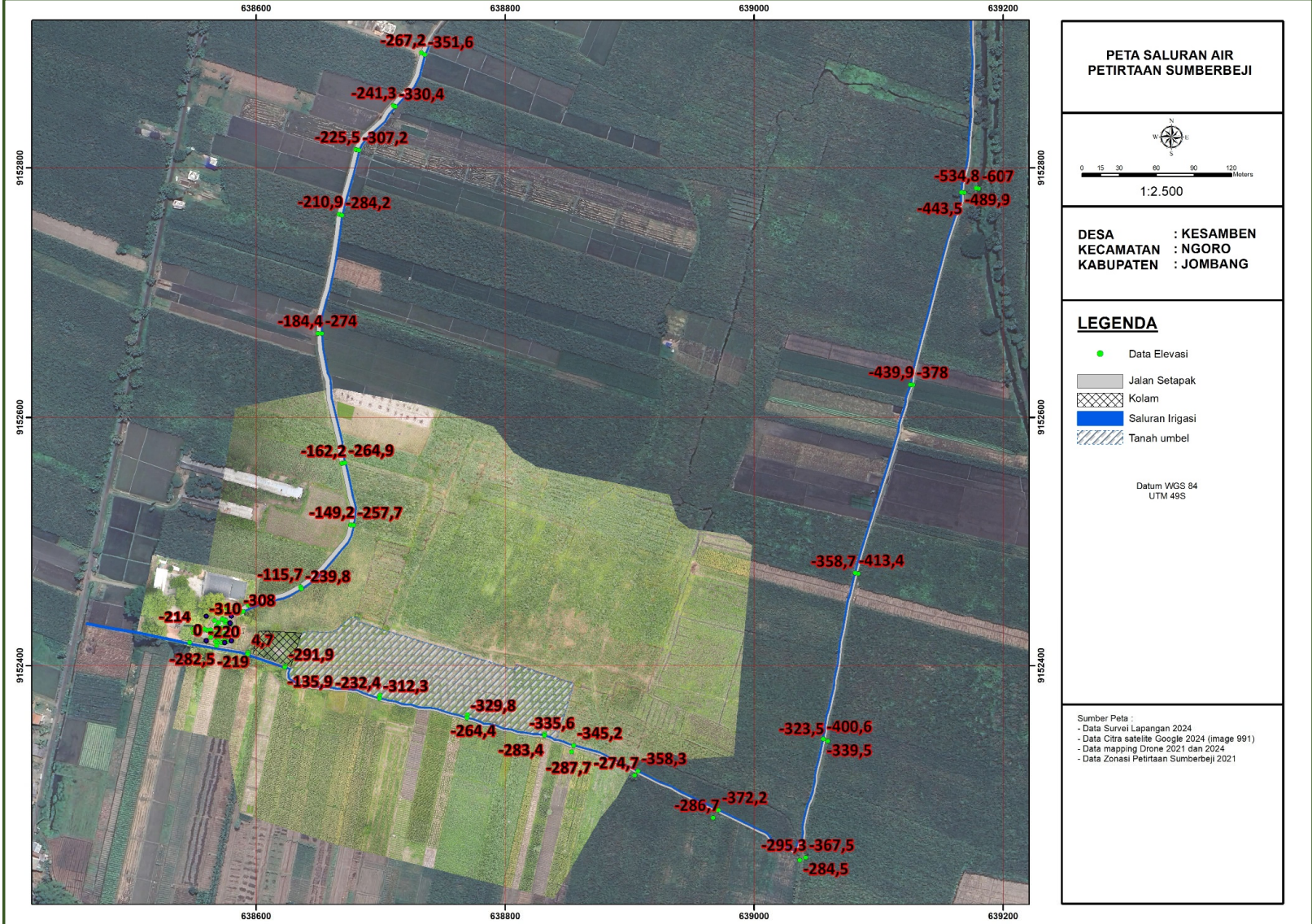
Petirtaan Sumberbeji dan Pegunungan di Sekitarnya



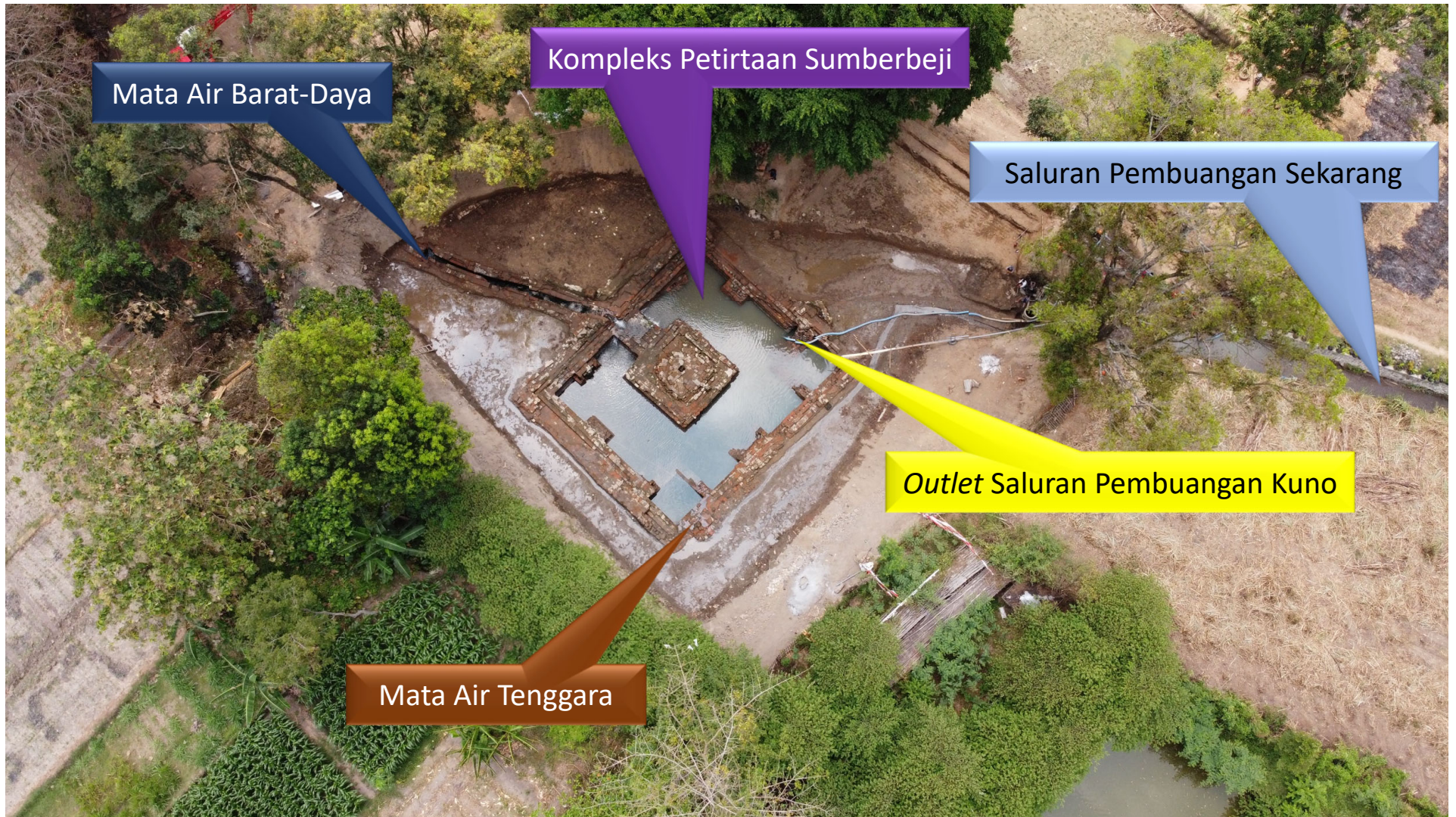
Petirtaan Sumberbeji dan Saluran di Sekitarnya



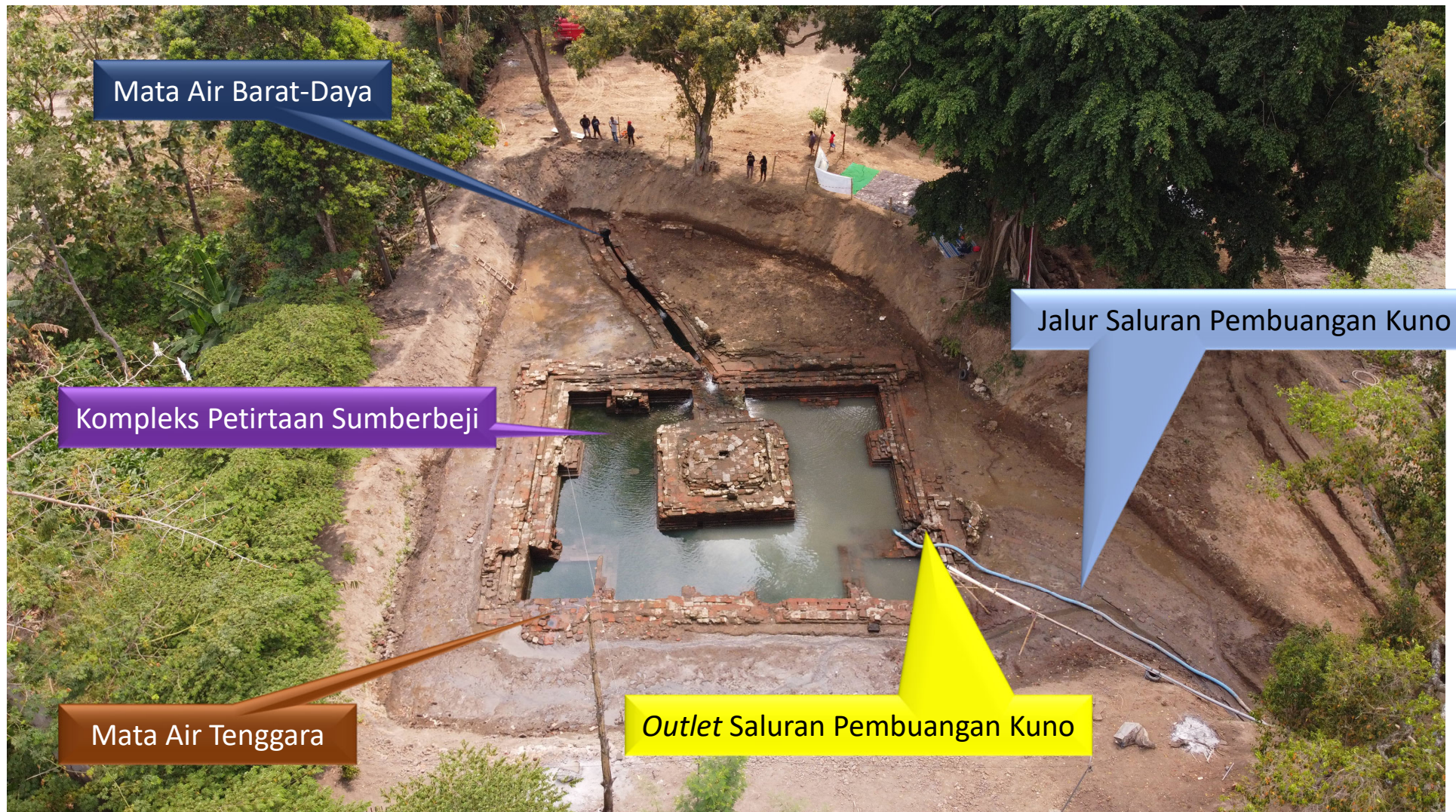
Elevasi Petirtaan Sumberbeji dan Saluran di Sekitarnya



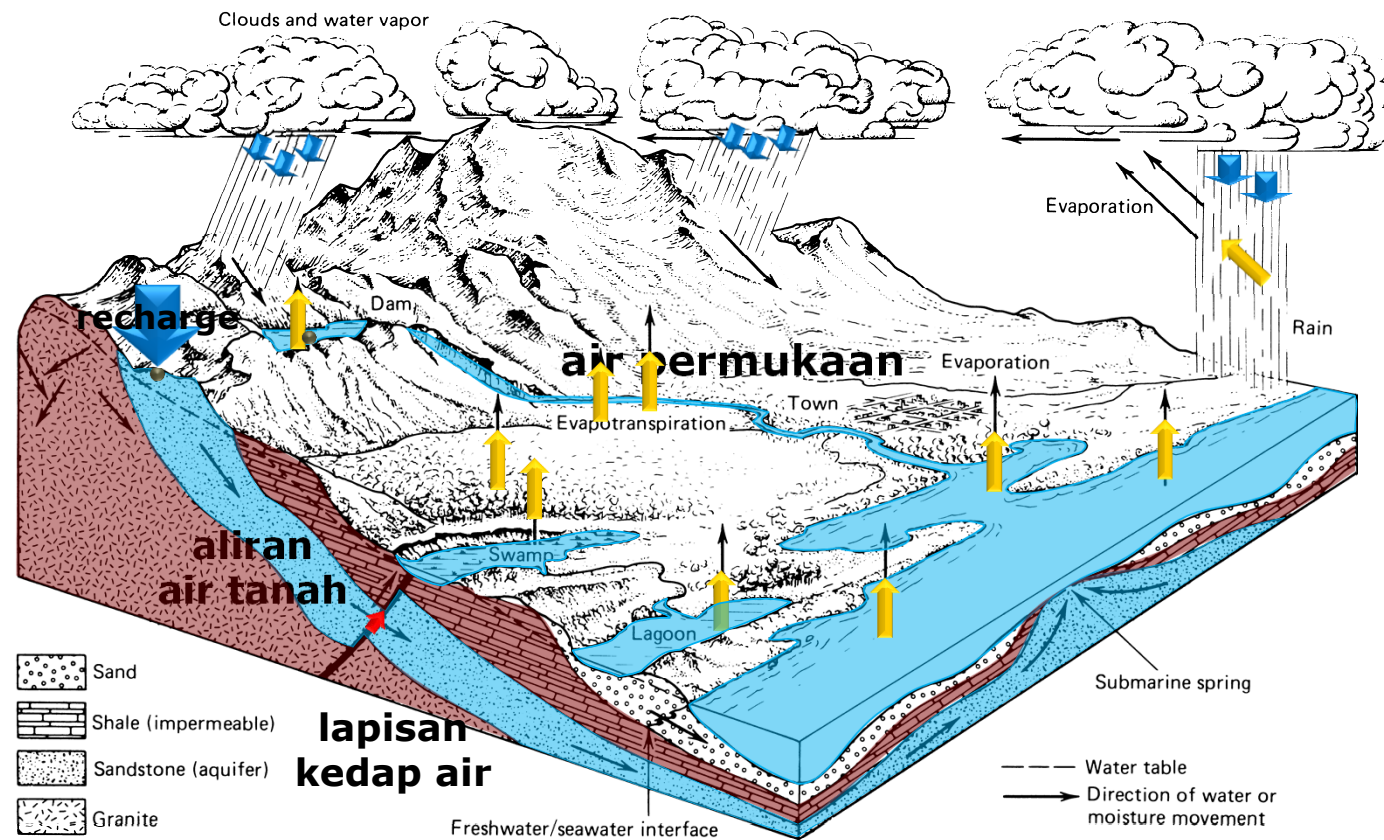
Tampak Atas Petirnaan Sumberbeji



Tampak Atas Petirnaan Sumberbeji

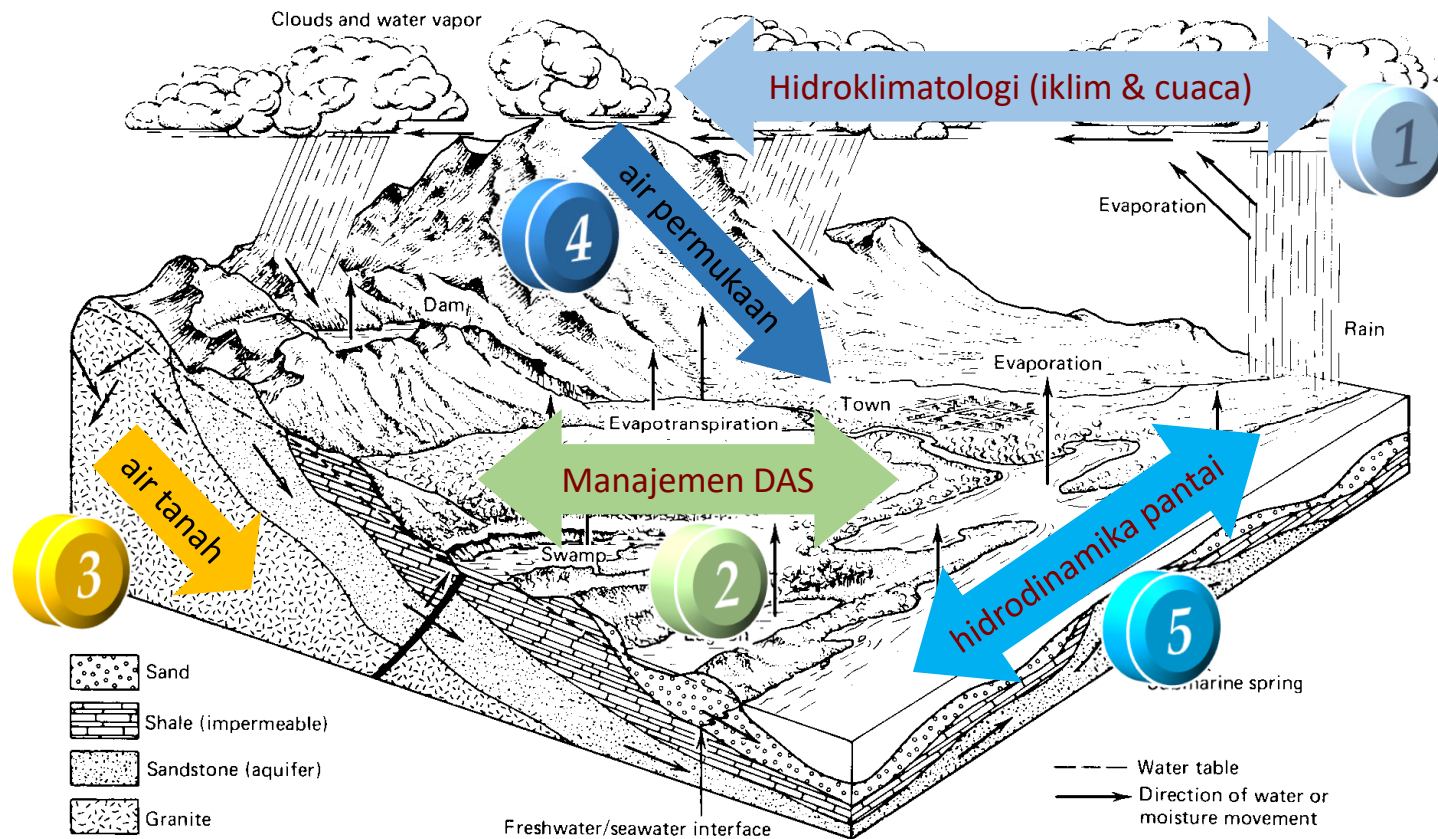


Petirtaan Sumberbeji - Siklus Hidrologi



Gambar dari Groundwater Hydrology 2ed, 1980, Keith Todd halaman 15

Manajemen Sumberdaya Air – Keteknik-sipilan

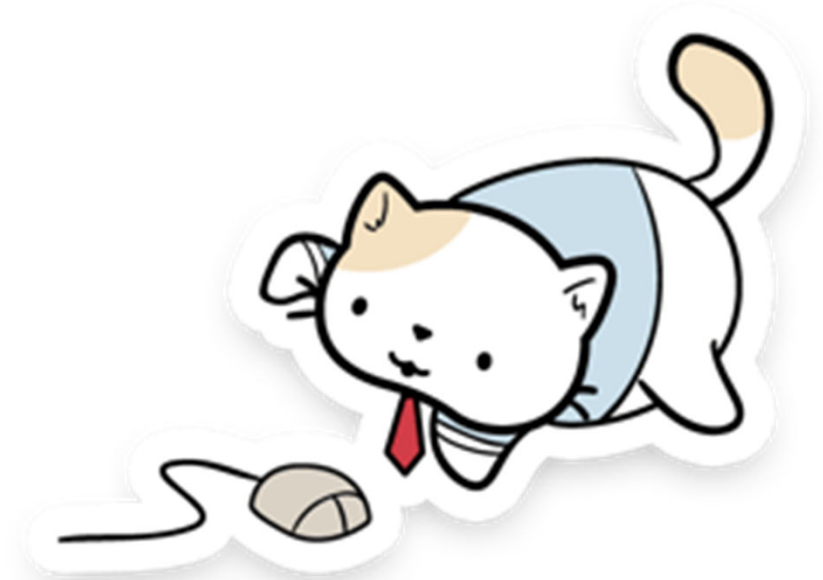


Kesumberdayaairan Petirtaan Sumberbeji

Studi **Hidrologi** menunjukkan hubungan erat antara daerah imbuan dan debit mata air, sementara analisis **Aliran Air Tanah** mengungkapkan pergerakan air melalui lapisan permeabel.

Hidraulika memberikan wawasan tentang bagaimana saluran dan kolam dirancang untuk mengatur elevasi muka air di petirtaan secara efisien.

Integrasi ketiga aspek ini menunjukkan keahlian teknis masyarakat pada masa itu dalam memanfaatkan sumber daya air.



Hidrologi dan Aliran Air Tanah

oleh [Djoko Luknanto](#), November 2024

Purnabhakti 2021 Departemen Teknik Sipil FT UGM

Temuan Aliran Air Tanah Sumur Artesis



12/6/2024



Disusun mulai akhir November 2024

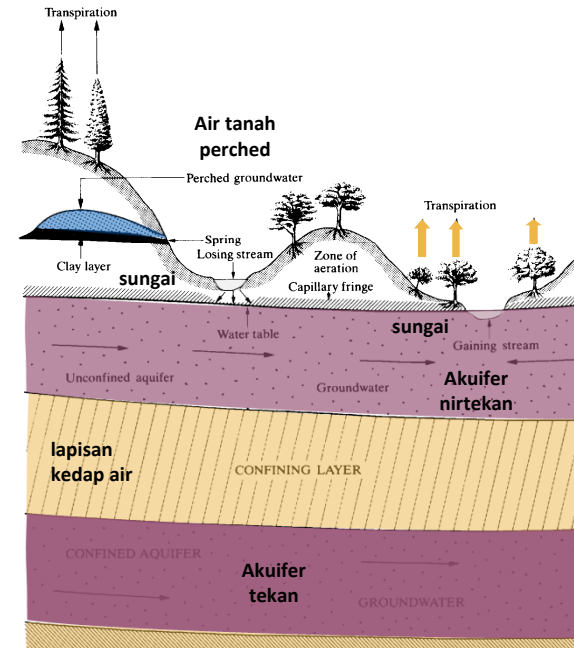
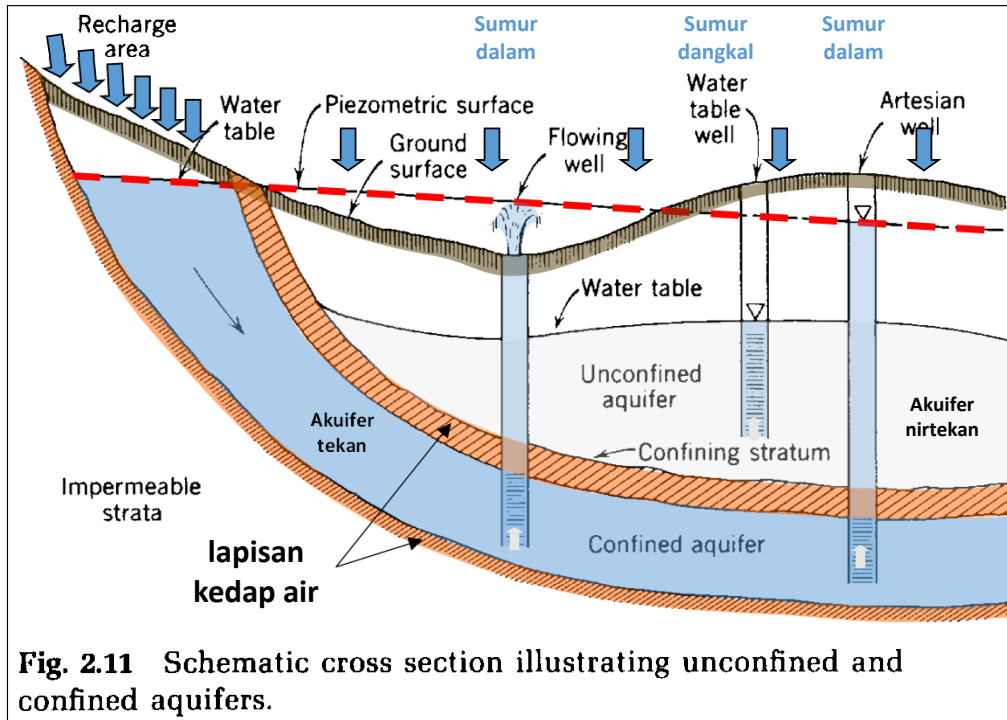


12



Terdapat 3 sumur bor buatan penduduk lokal untuk mengairi sawah/kebun Tebu yang mengeluarkan air tanpa dipompa sekitar 5-10 cm di atas elevasi permukaan tanah setempat.

Air Tanah & Sistem Akuifer



- Pengambilan air tanah tergantung
 - kapasitas akuifer
 - recharge yang masuk ke akuifer.
- Jika volume pengambilan melebihi volume recharge, maka akan terjadi penurunan tanah.



Fenomena *Quicksand* (Lemah Umbel) di Hilir Petirtaan Sumberbeji

Disusun mulai akhir November 2024

Fenomena *Quicksand* di Hilir Petirtaan Sumberbeji



12/6/2024



Disusun mulai akhir November 2024

- Terdapat kawasan di sebelah Timur Petirtaan Sumberbeji terjadi fenomena *Quicksand*.
- Informasi diperoleh dari kades setempat dan dilakukan kunjungan serta pemetaan daerahnya.

16

Mata Air Petirtaan Sumberbeji

Tekanan Hidrostatik

Air yang terakumulasi di lapisan akuifer bawah tanah terdorong keluar karena tekanan, terutama di daerah dengan struktur tanah yang memungkinkan air muncul ke permukaan.

Kondisi Hidrologi Lokal

Daerah Sumberbeji memiliki sistem aliran air tanah yang unik, sehingga air dari kawasan perbukitan di sekitar Jombang mengalir ke dataran lebih rendah di wilayah Ngoro.

Rekahan Tanah atau Batuan

Retakan atau rekahan alami di bawah tanah menjadi jalur bagi air untuk muncul ke permukaan. Hal ini sering terjadi di tempat-tempat yang menjadi sumber mata air.

Sistem Kesumberdayaairan Petirtaan Sumberbeji (1/3)

1. Mata Air Sebagai Sumber Utama

- **Mata air alami** menjadi sumber utama pasokan air ke petirtaan. Mata air ini kemungkinan berasal dari **zona akuifer dangkal**, yang mendapatkan suplai air melalui infiltrasi di daerah tangkapan air di sekitarnya.
- Lokasi mata air berada di kawasan dataran rendah dengan vegetasi yang cukup, yang mendukung keberlanjutan aliran air sepanjang tahun. Masih dibutuhkan penelitian geohidrologi, jika diperlukan.

Sistem Kesumberdayaairan Petirtaan Sumberbeji (2/3)

2. Sistem Kolam

. Kolam Utama:

- . Berukuran sekitar **20x28 meter** dengan kedalaman rata-rata **2,5 meter**.
- . Kolam memiliki dasar dan dinding yang dilapisi **bata merah khas Majapahit** yang tahan air dan disusun dengan teknik presisi tanpa semen modern.

. Zona Pemisahan Air:

- . Terdapat mekanisme pemisahan air bersih di bagian hulu kolam untuk memastikan air yang masuk ke area ritual tetap jernih.
- . Air dari kolam utama dialirkan ke saluran drainase untuk mengalirkan air yang tidak terpakai ke sungai atau area irigasi.

Sistem Kesumberdayaairan Petirtaan Sumberbeji (3/3)

3. Saluran Air

❖ Saluran Masuk (*Inlet*):

- ❖ Air dari mata air dialirkan ke kolam melalui saluran masuk yang berfungsi sebagai penyaring alami.
- ❖ Saluran ini menggunakan teknik gravitasi sehingga air dapat mengalir dengan lancar tanpa bantuan mekanisme tambahan.

❖ Saluran Keluar (*Outlet*):

- ❖ Saluran keluar mengalirkan air dari kolam ke sungai kecil di dekatnya.
- ❖ Aliran ini dirancang untuk mengontrol ketinggian air di dalam kolam agar tidak meluap.

Aspek Hidraulika Petirtaan

oleh [Djoko Luknanto](#), November 2024

Purnabhakti 2021 Departemen Teknik Sipil FT UGM

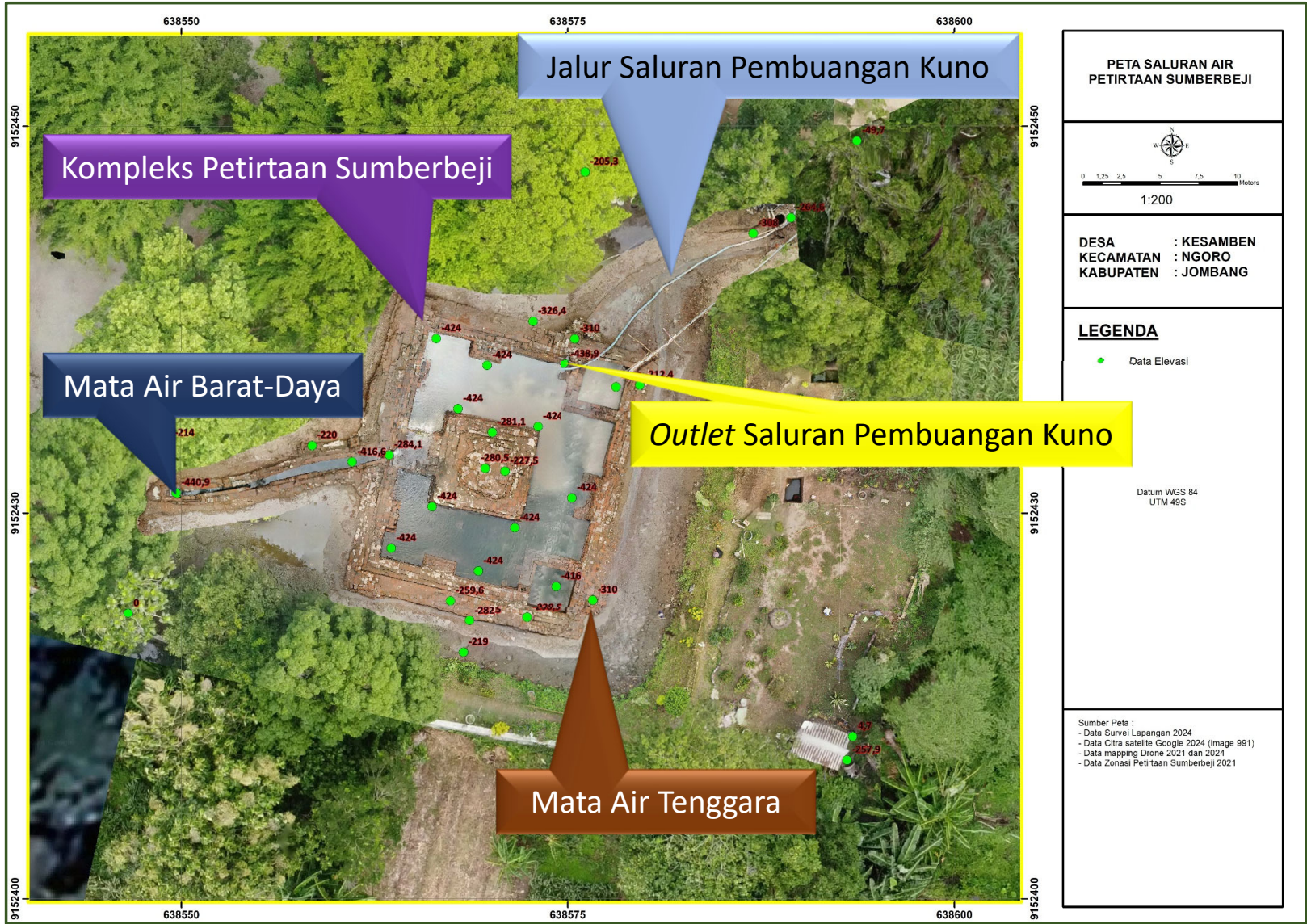


Petirtaan Sumberbeji Saat Normal (Tergenang)



Kondisi air di Pertirtaan Sumberbeji selalu tergenang air karena elevasi dasar awal saluran pembuang terlalu tinggi.

Elevasi Petirtaan Sumberbeji



Debit Mata Air Barat-Daya Petirtaan Sumberbeji

- Mata air utama yang besar di Petirtaan Sumberbeji terdapat di sisi Barat-Daya.
- Untuk mengosongkan kolam Petirtaan Sumberbeji secara efektif biasanya digunakan 3 pompa:
 1. Pompa *submersible* pertama, yang berfungsi ganda untuk mengisi kolam renang di bagian utara kolam Petirtaan Sumberbeji.
 2. Pompa *submersible* kedua, yang berfungsi untuk menguras kolam Petirtaan Sumberbeji.
 3. Pompa ketiga (atau ke empat) jika dibutuhkan untuk menguras kolam Petirtaan Sumberbeji.
- Video ini memberikan ilustrasi sistem pemompaan dan debit yang dibutuhkan untuk menguras Petirtaan Sumberbeji.



Mata Air Tenggara



Saluran *inlet* jaman dulu

Mata Air Barat-Daya



Petirnaan Sumberbeji Saat Dikeringkan

25

- Kondisi Petirnaan Sumberbeji saat dikeringkan dengan menggunakan 2-3 pompa (2 *submersible pump* dan 1 pompa air biasa)
- Gambar kiri adalah gambar saluran *inlet* (pengambilan) dari Mata Air Barat-Daya.
- Gambar kanan adalah pertemuan saluran inlet dengan bagian Kolam Petirnaan.

Mata Air Barat-Daya



Saluran *inlet* bagian hulu

Outlet Saluran Pembuangan Kuno



Saluran *inlet* bagian hilir

Mata Air Tenggara

Inlet Kedua Petirtaan Sumberbeji



Mata Air Tenggara



Mata Air Tenggara



Outlet Petirtaan Sumberbeji

Outlet Petirtaan Sumberbeji



- Ujung awal dari saluran pembuangan sudah sejak ekskavasi pertama ditemukan (lihat gambar kiri).
- Namun ekskavasi saluran pembuangan ini tidak dilanjutkan, karena kesulitan teknis, kerumitan keamanan karena oksigen yang minimum.
- Pada kunjungan lapangan ini, Tim Ekskavasi berusaha memotret dan membuat video kondisi hilir saluran pembuangan (lihat gambar kanan)

12/6/2024

Disusun mulai akhir November 2024

29

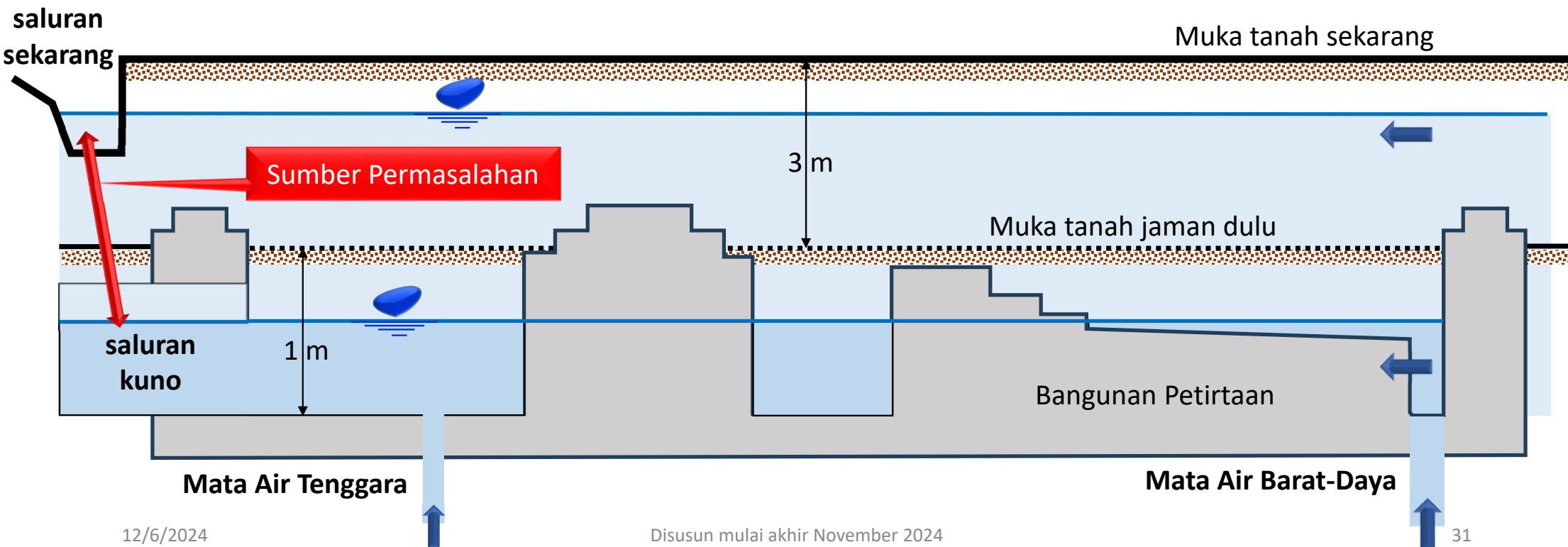
Elevasi Muka Air Petirtaan Saat Perancangan



Sistem Hidraulika Petirtaan Sumberbeji

Pada jaman pembangunan petirtaan elevasi muka tanah masih di bawah dengan 2 sumber mata air.

Saat sekarang (1) saluran kuno (asli) tidak berfungsi, (2) elevasi muka tanah naik, sehingga (3) elevasi muka air ikut naik, karena elevasi dasar saluran pembuangan sekarang.



Rekomendasi Petirtaan Sumberbeji (1/4)

Sebuah petirtaan selalu tergantung dengan kawasan sumber airnya. Pelestarian sumber (mata) air merupakan bagian penting dalam pelestarian Petirtaan Sumberbeji.

1. Perlu dikaji sumber airnya untuk menemukenali kawasan imbuhan (recharge) mata air Petirtaan Sumberbeji.
2. Walaupun menurut laporan penduduk dan juru pelihara, debit mata airnya cenderung konstan sepanjang musim, namun perlu diwaspadai perubahan tata guna lahan pada kawasan imbuhan.
3. Kawasan Timur Kompleks Petirtaan Sumberbeji tampaknya menjadi daerah *outlet* pembuangan air. Keunikan hidrologis dan aliran air tanah mewarnai kawasan hilir ini: sumber artesis dan *quicksand*.

Rekomendasi Petirtaan Sumberbeji (2/4)

Kondisi Kompleks Petirtaan Sumberbeji saat ini selalu tergenang air. Hal ini disebabkan elevasi saluran pembuangan jauh di atas elevasi operasional Petirtaan Sumberbeji pada saat dibangun. Oleh karena itu pelestarian Petirtaan Sumberbeji harus dimulai dengan:

1. Menurunkan elevasi saluran pembuangan sesuai dengan elevasi saat dibangun.
2. Jika Butir 1 tidak dimungkinkan, terpaksa dilakukan penyelesaian dengan penggunaan pompa.
3. Penyelesaian dengan pompa seperti dijelaskan pada Butir 2 merupakan pilihan terakhir, operasi pompa setiap hari membutuhkan biaya mahal, karena karena debit mata air yang cukup besar, sehingga butuh kapasitas pompa yang memadai.

Rekomendasi Petirtaan Sumberbeji (3/4)

Penyelesaian dari segi Hidrolika yang paling ekonomis dan sesuai dengan kaidah konservasi kawasan Kompleks Petirtaan Sumberbeji harus dimulai dengan:

1. Melakukan perunutan saluran pembuangan kuno yang tampaknya masih terpelihara karena terpendam oleh lapisan tanah.
2. Perunutan ini lebih efektif dilakukan dengan crawling robot yang sesuai untuk penelitian arkeologis. Robot ini dipandang lebih efektif dibandingkan dengan pembuatan *test pit*, untuk merunut saluran pembuangan, karena dapat dimulai dari ujung hulu saluran pembuangan menuju ke hilir ke ujung akhir saluran.
3. Pada ujung akhir dari saluran barulah dilakukan *test pit* untuk melihat struktur bangunan akhir saluran pembuangan.

Rekomendasi Petirtaan Sumberbeji (3/4)

Jika struktur bangunan akhir saluran pembuangan sudah tersingkap, maka langkah selanjutnya dari sisi hidraulika adalah:

1. Meneliti kemungkinan pembuangan secara natural dengan menggunakan struktur bangunan akhir saluran pembuangan. Hal ini harus dilakukan dengan membandingkan elevasi dasar saluran pembuangan dengan elevasi daerah sekitarnya.
2. Jika tidak dimungkinkan untuk membuang secara natural, maka harus dilengkapi dengan (a) Kolam pengumpul air buangan, kemudian, (b) dilengkapi instalasi pompa penguras kolam Butir a.
3. Pemompaan pada Butir 2 di atas diprakirakan sangat lebih murah dibandingkan dengan alternatif penggunaan pompa sebelumnya.

Daftar Pustaka

- Arsip Ekskavasi [Balai Pelestarian Kebudayaan \(BPK\) Mojokerto](#)
- Hasil pemetaan Tim Ekskavasi [Balai Pelestarian Kebudayaan \(BPK\) Mojokerto](#)
- Wawancara dengan masyarakat sekitar Petirtaan Sumberbeji.
- [Pemodelan 3D Data Resistivity Konfigurasi Wenner-Alpha di Daerah Situs Petirtaan Sumberbeji](#)
- [Situs Sumberbeji - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas](#)
- ChatGPT: <https://chat.com> dengan *prompt* oleh Djoko luknanto
- Google: <http://google.com/search?q=Petirtaan+Sumberbeji>
 - YouTube: [ARKEOVLOG](#): Ekskavasi: [03 04 06](#) , [Menyelusuri](#), [Normalisasi Air](#)
- Album Facebook: [Jum'at 22-11-2024](#), [Sabtu](#), [Minggu](#), Senin: [01 02](#), Selasa: [01 02](#), [Kamis](#), Jum'at: 01 02 03, Sabtu 30-11-2024: [01 02 03](#).