

Metode Pelaksanaan Perbaikan Pondasi Bendungan

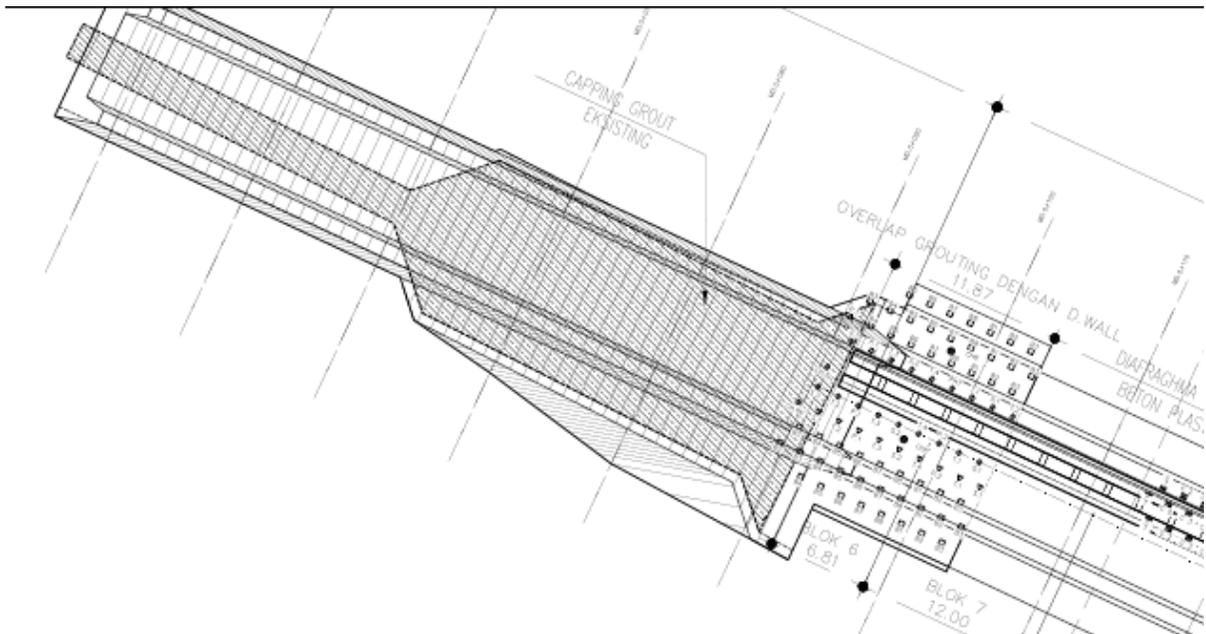
Perbaikan pondasi bendungan merupakan langkah krusial untuk menjaga kestabilan dan keamanan struktur bendungan. Proses ini melibatkan berbagai tahapan teknis yang harus dilakukan dengan cermat (Priyanto, 2008). Artikel ini akan menjelaskan metode perbaikan pondasi bendungan yang meliputi pekerjaan drilling dan grouting dengan berbagai jenis grout curtain, pengetesan tekanan air, grout cap, pengujian pompa, pengujian *multichannel analysis surface wave* (MASW), pembangunan dinding kedap air bawah tanah (diaphragm wall), serta pengujian pompa pasca pembangunan diaphragm wall (Santoso, 2012; Wijaya, 2015).

1. Pekerjaan Drilling dan Grouting pada As Inti Bendungan

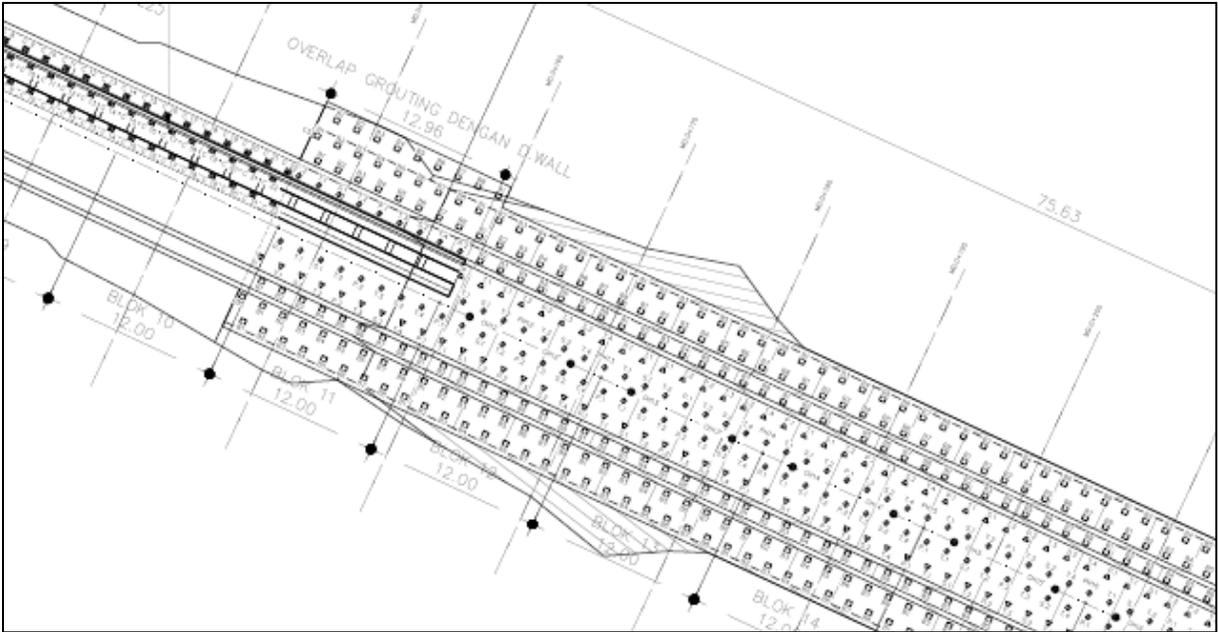
Tahap pertama dalam perbaikan pondasi bendungan adalah pelaksanaan pekerjaan drilling (pengeboran) dan grouting. Drilling dilakukan pada as inti bendungan untuk menciptakan lubang-lubang di mana material grout akan disuntikkan (Budi, 2010).

- **Drilling dan Grouting:** Grouting dilakukan dengan kedalaman bervariasi sesuai kebutuhan:
 - **Grouting Curtain:** Kedalaman 35 meter, bertujuan untuk menciptakan penghalang utama terhadap perembesan air (Wijaya, 2015).
 - **Subcurtain:** Kedalaman 20 meter, berfungsi sebagai lapisan tambahan yang memperkuat penghalang utama (Priyanto, 2008).
 - **Konsolidasi:** Kedalaman 5 meter, bertujuan untuk memperkuat dan menstabilkan lapisan tanah permukaan di sekitar pondasi (Santoso, 2012).
- **Tahap Pengetesan Tekanan Air:** Pengetesan tekanan air dilakukan pada tahap drilling, setelah pengeboran selesai. Uji ini dilakukan per 5 meter untuk mengevaluasi permeabilitas batuan dan tanah di sekitar pondasi (Budi, 2010). Air disuntikkan ke dalam lubang bor dengan tekanan tertentu pada setiap interval 5 meter, dan volume air yang merembes dihitung untuk menentukan nilai Lugeon. Nilai ini menggambarkan seberapa baik pondasi menahan air dan menunjukkan area yang memerlukan grouting lebih lanjut (Wijaya, 2015).
- **Tahap Grouting:** Material grout, berupa campuran semen, air, dan bahan aditif lainnya, disuntikkan ke dalam lubang bor. Proses injeksi dilakukan dengan tekanan yang terkontrol untuk memastikan semua retakan dan rongga terisi secara merata (Santoso, 2012).

- **Pemasangan Grout Cap:** Grout cap yang digunakan adalah beton capping concrete K-225 yang dipasang pada permukaan titik grouting. Cap ini berfungsi untuk menutup titik-titik injeksi dan memastikan tidak ada kerusakan material grout yang berada di permukaan (Priyanto, 2008).
- **Konsep Grouting pada Bendungan Sidan:** Grouting yang dilakukan pada Bendungan Sidan terdapat pada sisi sandaran kanan dan sandaran kiri yang menerus hingga ke hulu inlet spillway, untuk mencegah terjadinya air yang merembes melewati jalur bawah tanah di sekitar bendungan. Penggunaan grouting pada pondasi bendungan juga dilakukan dengan Teknik *Overlapping*, yaitu menyambungkan barusan Grouting dengan dinding kedap air (Diaphragm Wall), dengan tujuan supaya penambahan pengamanan yang mengantisipasi jalur rembesan air bawah tanah.



Plan Grouting Pada Sandaran Kanan Inti Bendungan dan *Overlapping* dengan Diaphragm Wall.



Plan Grouting Pada Sandaran Kiri Inti Bendungan dan *Overlapping* dengan Diaphragm Wall.

2. Pengujian Pompa (Pumping Test) di Hulu dan Hilir As Bendungan

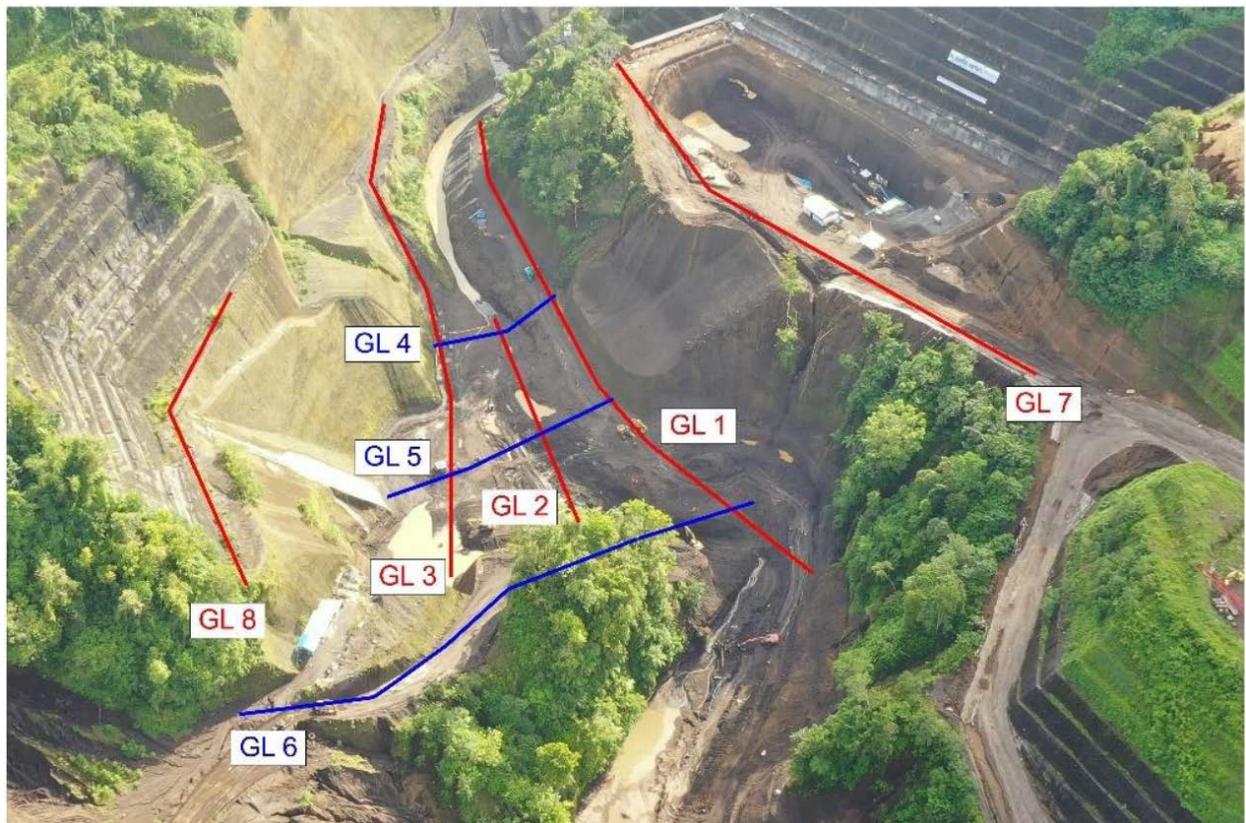
Pengujian pompa dilakukan untuk melihat seberapa besar permeabilitas atau aliran air bawah tanah pada pondasi bendungan. Selain itu, pengujian ini juga digunakan untuk melihat efektivitas pekerjaan grouting serta kondisi pondasi sebelum dan sesudah dibangun dinding kedap air (diaphragm wall) (Budi, 2010).

- **Konfigurasi Pengujian:** Pengujian melibatkan 1 sumur tes (test well) dan 7 sumur pengamatan (observation well) yang ditempatkan di hulu dan hilir as bendungan. Air dipompa dari sumur tes, dan perubahan muka air di sumur pengamatan dicatat untuk menentukan tingkat permeabilitas air di sekitar pondasi.
- **Analisis Hasil:** Data yang dikumpulkan dari pengujian ini digunakan untuk menilai keberhasilan grouting dan diaphragm wall guna mengidentifikasi area yang mungkin memerlukan perbaikan tambahan.

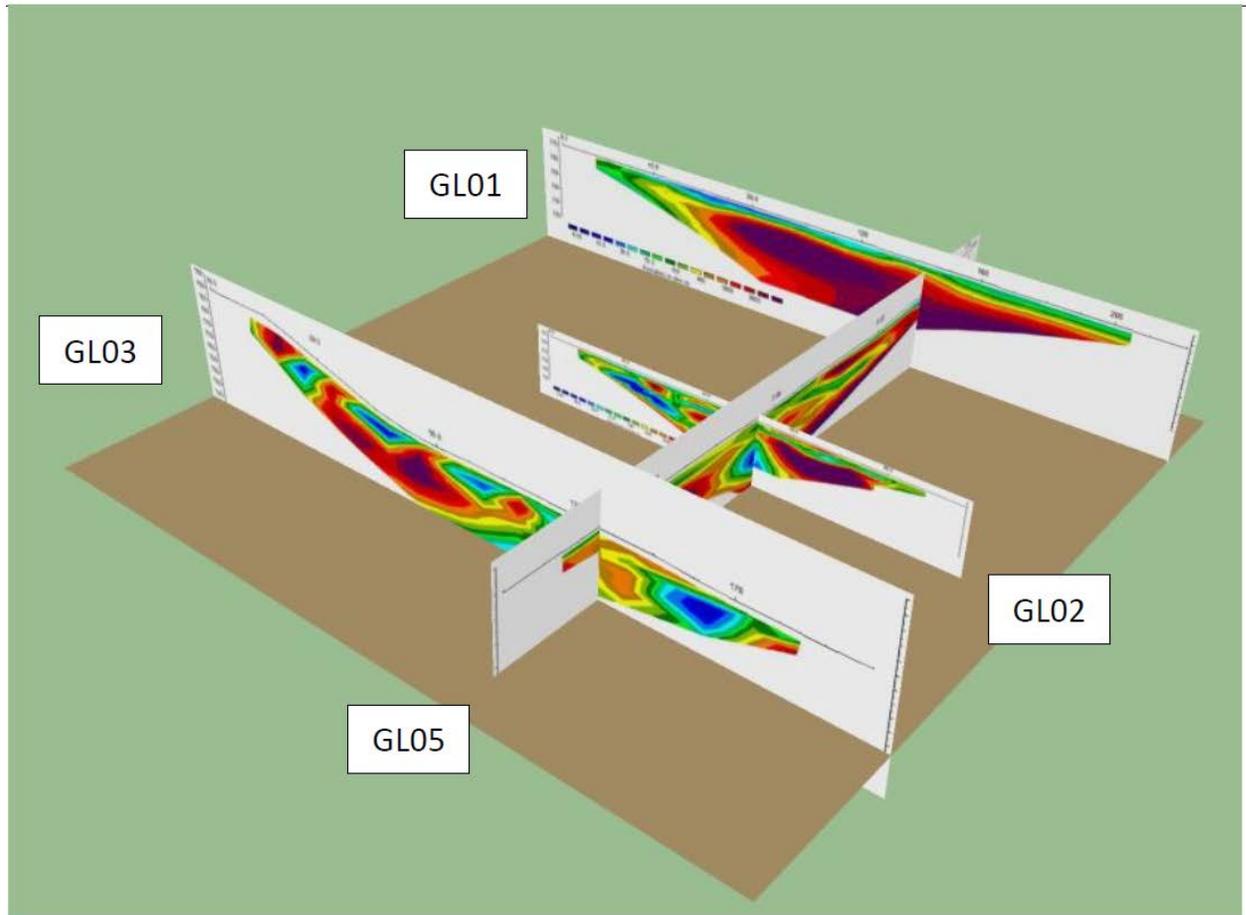
3. Pengujian Geolistrik

Pengujian geolistrik digunakan untuk mengetahui distribusi resistivitas listrik di bawah permukaan tanah, yang dapat memberikan informasi mengenai keberadaan air, lapisan batuan, dan potensi zona lemah di bawah pondasi bendungan (Priyanto, 2008).

- **Tujuan Pengujian:**
 - **Identifikasi Zona Permeabilitas Tinggi:** Mengidentifikasi area di bawah permukaan yang memiliki permeabilitas tinggi dan kemungkinan adanya jalur rembesan air.
 - **Deteksi Anomali Bawah Tanah:** Menilai keberadaan rongga, patahan, atau anomali geologis lainnya yang dapat mempengaruhi stabilitas pondasi bendungan (Santoso, 2012).
- **Proses Pengujian:** Pengujian ini dilakukan dengan mengalirkan arus listrik melalui elektroda yang ditanam di tanah dan mengukur resistansi terhadap aliran arus tersebut. Data yang diperoleh digunakan untuk membuat profil resistivitas bawah tanah, yang kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi kondisi geologis yang ada (Wijaya, 2015).



Peta Lintasan Geolistrik 2D pada Area Bendungan Sidan



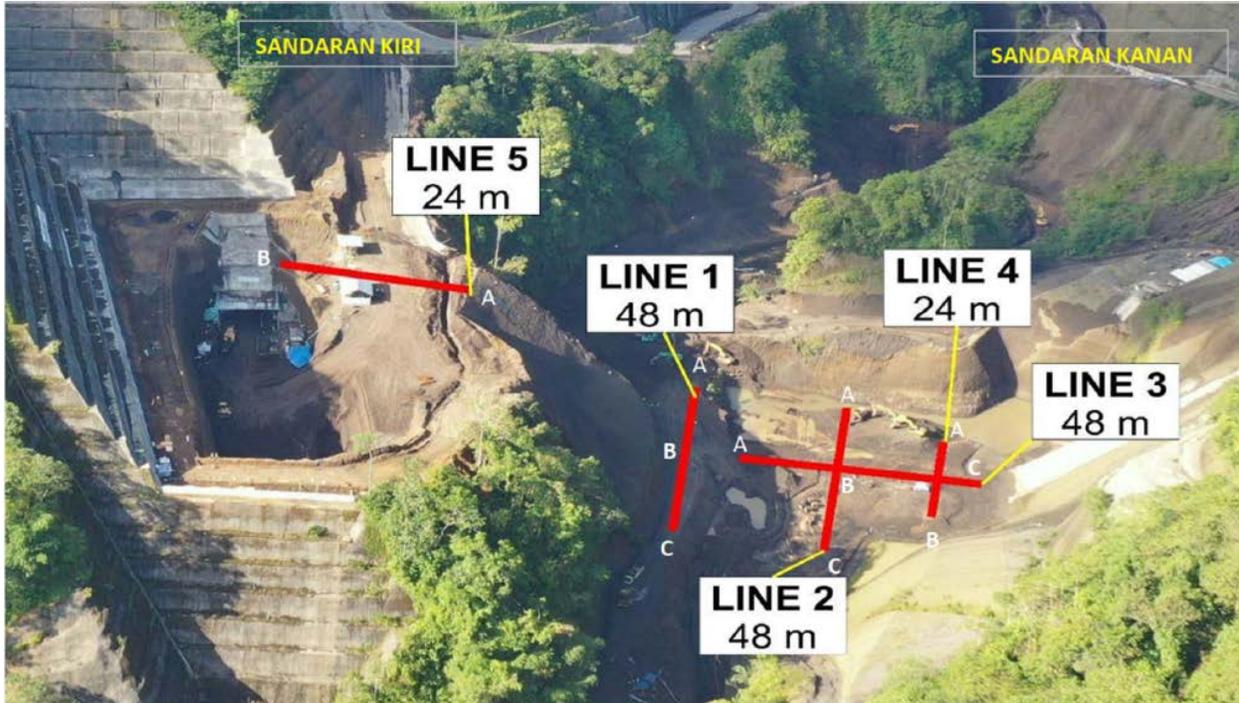
Interpolasi penampang 2D menjadi Model Resistivity 3D.

4. Pengujian Multichannel Analysis Surface Wave (MASW)

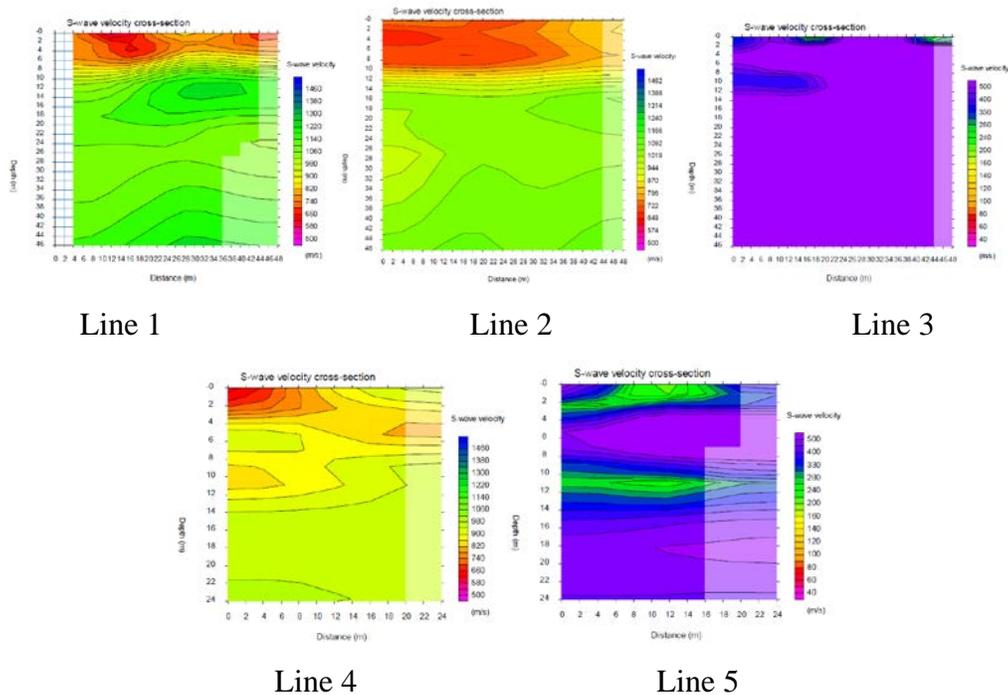
Pengujian MASW adalah metode geofisika non-destruktif yang digunakan untuk memetakan profil lapisan tanah dan aliran air di bawah dan sekitar pondasi bendungan (Priyanto, 2008).

- **Tujuan Pengujian:**
 - **Pemetaan Reservoir Air:** Mengidentifikasi lokasi dan jalur reservoir air bawah tanah yang mungkin mempengaruhi stabilitas bendungan (Wijaya, 2015).
 - **Profil Lapisan Tanah:** Menilai karakteristik lapisan tanah di sekitar pondasi inti bendungan, termasuk modulus geser (shear modulus) dan kepadatan tanah (Santoso, 2012).
- **Proses Pengujian:** Gelombang seismik permukaan dihasilkan di sekitar as bendungan, dan data yang direkam oleh sensor digunakan untuk menganalisis kecepatan gelombang yang

melalui tanah. Analisis ini memberikan informasi rinci tentang kondisi bawah tanah, yang sangat penting untuk menentukan langkah perbaikan lebih lanjut (Budi, 2010).



Lokasi Pengujian Lapangan Multichannel Analysis of Surface Wave (MASW) Bendungan Sidan

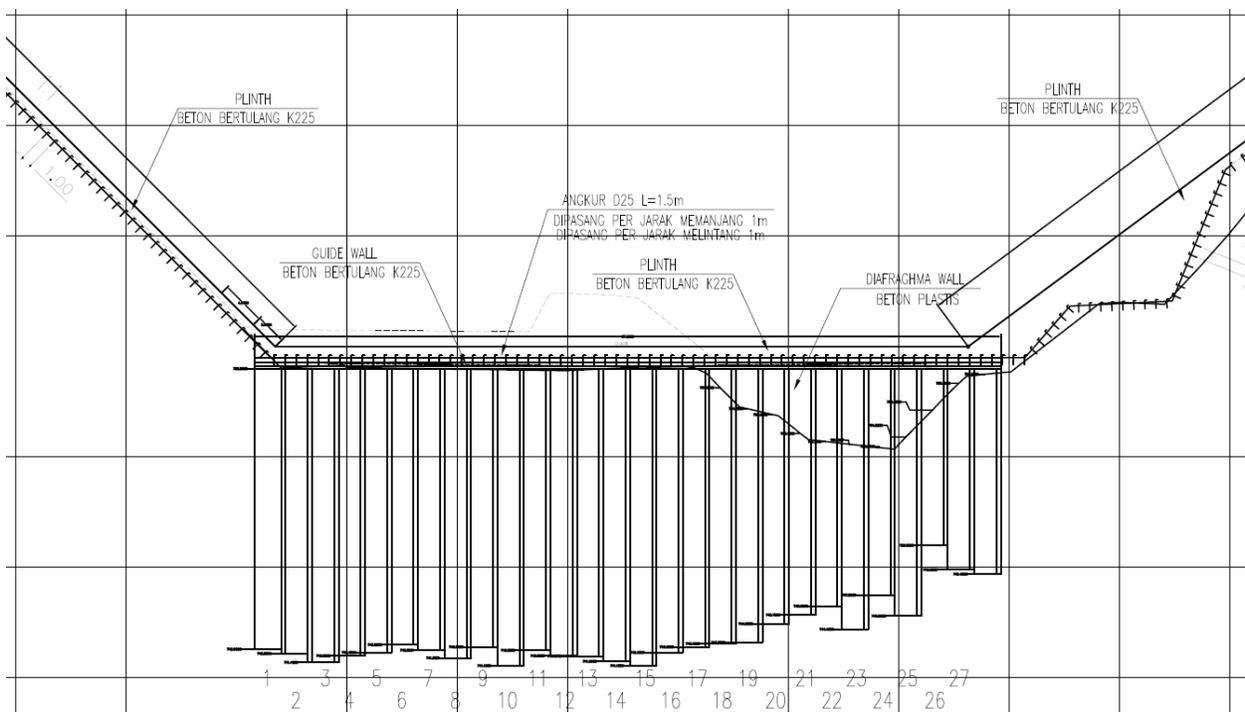


Kontur Kecepatan Rambat Gelombang Geser (V_s) Hasil Analisis Pengujian Lapangan.

4. Pembangunan Dinding Kedap Air Bawah Tanah (Diaphragm Wall)

Jika diperlukan perbaikan tambahan, pembangunan diaphragm wall dapat dilakukan. Diaphragm wall adalah struktur beton plastis tanpa tulangan yang dibangun di bawah tanah untuk mencegah aliran air melalui atau di bawah pondasi bendungan (Santoso, 2012).

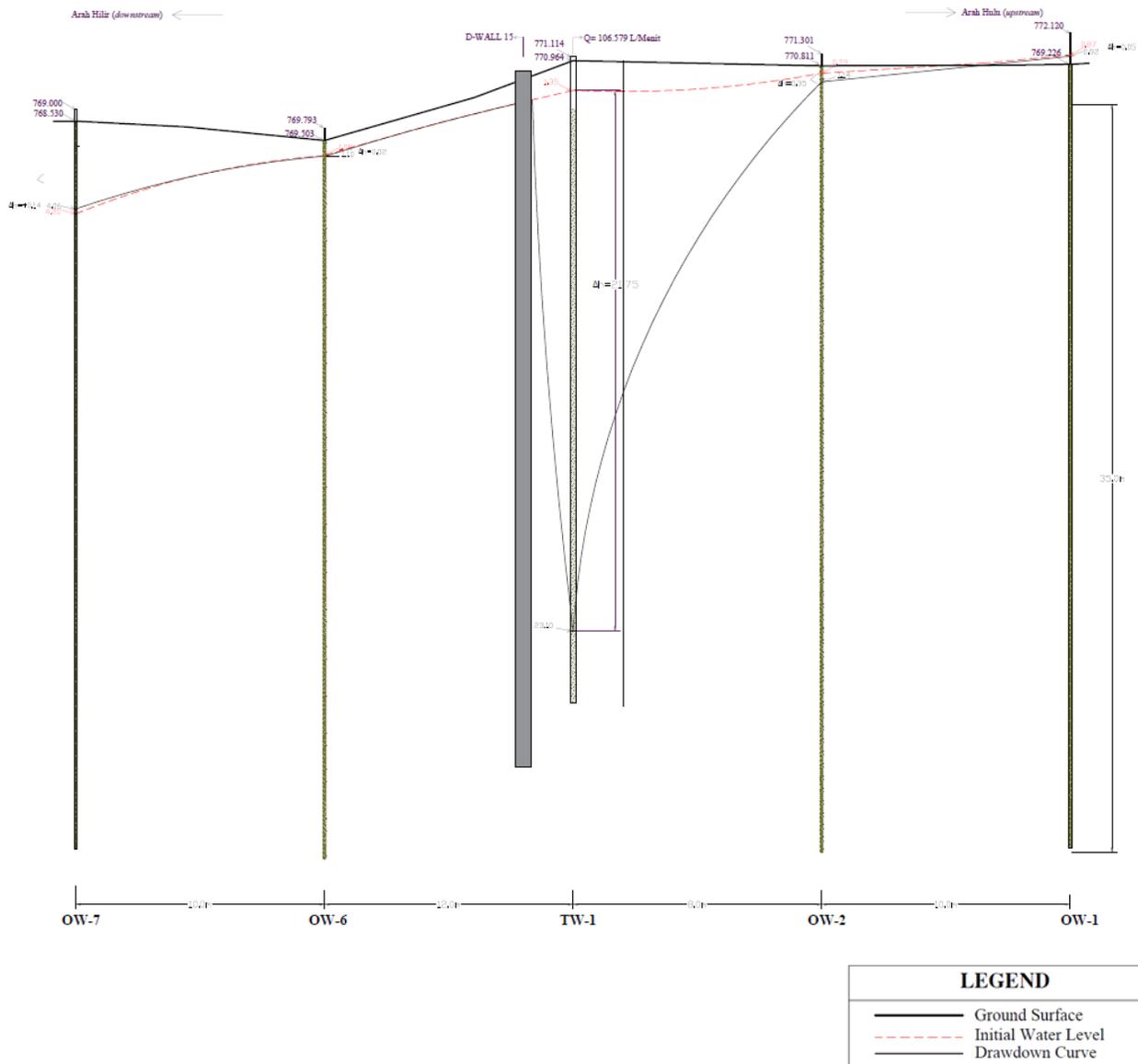
- **Tahap Pembangunan:** Dinding ini dibangun dengan menggali dengan alat Kelly Grab di sepanjang as bendungan hingga mencapai kedalaman yang ditentukan. Beton plastis kemudian diisi di dalam galian tanah untuk membentuk penghalang yang efektif terhadap infiltrasi air.



Potongan melintang As Dam untuk Konstruksi Dinding Kedap Air (Diaphragm Wall).

5. Pengujian Pompa Pasca Pembangunan Diaphragm Wall

Setelah pembangunan diaphragm wall selesai, pengujian pompa dilakukan kembali untuk memastikan bahwa struktur baru ini efektif dalam menahan aliran air. Konfigurasi pengujian serupa dengan pengujian sebelumnya, dengan air dipompa dari sistem dan perubahan permeabilitas dicatat untuk memastikan tidak ada kebocoran air melalui dinding diaphragm wall maupun grouting (Wijaya, 2015).



Penampang Hasil Uji Pemompaan Air Tanah (Pumping Test) Terhadap Penurunan Muka Air Tanah (Drawdown) setelah konstruksi Diaphragm Wall.

Kesimpulan

Perbaikan pondasi bendungan adalah proses yang kompleks dan memerlukan pendekatan yang terintegrasi. Dari pengeboran dan grouting dengan berbagai tingkat kedalaman, pengetesan tekanan air per 5 meter, pengujian geolistrik, hingga pembangunan diaphragm wall, setiap tahap bertujuan untuk meningkatkan stabilitas dan keamanan bendungan. Pengujian yang cermat

sebelum dan sesudah setiap tahap pekerjaan memastikan bahwa perbaikan yang dilakukan berhasil dan sesuai dengan tujuan yang diinginkan (Priyanto, 2008; Santoso, 2012; Wijaya, 2015).

Daftar Pustaka

- Budi, T. (2010). *Teknologi Grouting dalam Konstruksi Bendungan*. Jakarta: Penerbit Teknik.
- Priyanto, S. (2008). *Stabilitas dan Keamanan Bendungan: Pendekatan dan Metode Perbaikan*. Bandung: Pustaka Insinyur.
- Santoso, H. (2012). *Perbaikan Pondasi Bendungan: Teknologi dan Implementasi*. Surabaya: Penerbit Mandiri.
- Wijaya, A. (2015). *Geoteknik Bendungan dan Perbaikan Pondasi*. Yogyakarta: Penerbit Geoteknik.