

# IDENTIFIKASI ZONA REMBESAN BENDUNGAN PENGENDALI BANJIR H. M. ARDANS MENGGUNAKAN METODE *GROUND PENETRATING RADAR* (GPR)

Zeni<sup>1\*</sup>, Djayus<sup>2</sup>, Wahidah<sup>1</sup>, Piter Lepong<sup>2</sup>, Sahara Hamas Intifadhah<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman, Indonesia

\*Corresponding Author: [zenigeo.02@gmail.com](mailto:zenigeo.02@gmail.com)

Manuscript received: July 7, 2025; Received in revised form: December 12, 2025;

Accepted: 26 February, 2026

## ABSTRACT

*Samarinda is a humid tropical area located along the Mahakam River, which makes it prone to flooding. One of the efforts to reduce flooding is to build flood control dams. The condition of these dam needs to be monitored continuously to minimize the risk of leakage or seepage. This research aims to identify seepage zones in the H. M. Ardans Flood Control Dam using the Ground Penetrating Radar (GPR) method. There are 2 research target tracks and 2 calibration tracks. Data processing was performed using Reflexw software to produce 2D subsurface cross-sections. Based on the interpretation results, three seepage zones were identified in traverse 1 and one seepage zone in traverse 2. In general, seepage tends to accumulate around the channel and the boundary layer contact of the backfill material.*

**Keywords:** GPR method, Dam seepage, Reflection.

## ABSTRAK

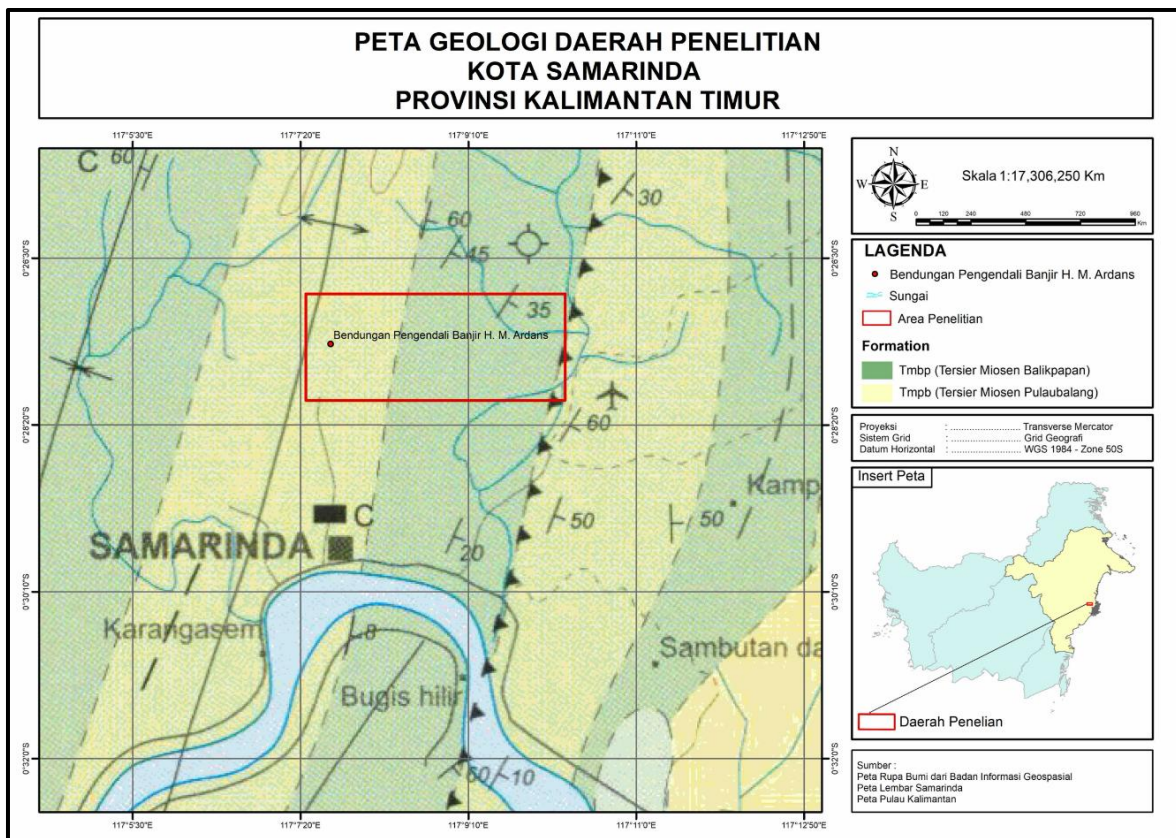
Samarinda merupakan kawasan tropis basah yang berada di tepi Sungai Mahakam, sehingga sering mengalami banjir. Salah satu upaya untuk mengurangi banjir dengan membangun bendungan pengendali banjir. Keadaan bendungan harus selalu dimonitoring untuk meminimalisir kebocoran atau rembesan. Penelitian ini bertujuan untuk identifikasi zona rembesan pada bendungan pengendali banjir H. M. Ardans, menggunakan metode *Ground Penetrating Radar* (GPR). Terdapat 2 lintasan target penelitian dan 2 lintasan kalibrasi. Proses pengolahan data menggunakan *software Reflexw* berupa penampang 2D bawah permukaan. Hasil interpretasi menunjukkan terdapat 3 zona rembesan pada lintasan 1 dan pada lintasan 2 terdapat 1 zona rembesan. Rembesan umumnya terakumulasi di sekitar saluran dan kontak lapisan batas material timbunan.

**Kata Kunci:** Metode GPR, Rembesan Bendungan, Refleksi.

## 1. PENDAHULUAN

Banjir di wilayah Kota Samarinda sering terjadi, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain curah hujan yang tinggi [1], pasang surutnya air Sungai Mahakam, kurangnya area drainase dan sistem pengelolaan tata ruang yang kurang baik [2]. Banjir dapat menyebabkan kerusakan pada infrastruktur, dan berdampak pada kesehatan

masyarakat bahkan korban jiwa. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini adalah dengan membangun bendungan pengendali banjir. Salah satu bendungan pengendali banjir yang ada di Kota Samarinda adalah Bendungan Pengendali Banjir H. M. Ardans. Bendungan Pengendali Banjir H. M. Ardans, Bidang Sumber Daya Air, terletak di Provinsi Kalimantan Timur dengan koordinat : -°27'27 "N 117°7'43"E dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Peta Geologi Regional Daerah Penelitian Lembar Samarinda [3]. Daerah penelitian berada pada Formasi Pulau Balang, Cekungan Kutai yang berumur Miosen Tengah (kotak Merah) [4]

Suatu bendungan hampir tidak dapat menghindari masalah kebocoran atau rembesan. Rembesan merupakan aliran yang terus menerus mengalir dari hulu ke hilir [2]. Aliran air ini merupakan aliran dari air waduk melalui material yang lolos air (*permeable*) [5], sehingga pemantauan dan identifikasi rembesan sangat penting dilakukan untuk menjaga keamanan bendungan dari kemungkinan kebocoran atau rembesan. Salah satu metode yang dapat mengidentifikasi rembesan adalah metode *Ground Penetrating Radar* (GPR). Metode georadar atau GPR (*Ground Penetrating Radar*) terdiri dari dua kata, yaitu “geo” yang berarti bumi dan “radar” yang merupakan singkatan dari *radio detection and ranging* [6-7]. Prinsip kerja dari alat GPR adalah dengan cara mentransmisikan gelombang radar ke dalam medium target, gelombang tersebut dipantulkan kembali ke permukaan dan

diterima oleh alat penerima radar (*receiver*) [8].

Metode GPR digunakan untuk mendeteksi batuan dasar dan air tanah, termasuk rembesan air pada tanggul [9]. Metode ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan metode lain dalam hal keakuratannya [10] untuk menganalisa kondisi bawah permukaan tanah, pada berbagai jenis media permukaan. Hal ini memungkinkan metode GPR untuk memberikan rincian tentang keberadaan rembesan dan retakan.

Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan “Identifikasi Zona Rembesan (*Seepage*) Bendungan Pengendali Banjir H. M. Ardans Menggunakan Metode *Ground Penetrating Radar* (GPR)”. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang zona mana yang mengalami rembesan dan bagaimana persebaran rembesan pada pondasi di bawah permukaan menggunakan

metode *Ground Penetrating Radar* pada bendungan pengendali banjir H. M. Ardans.

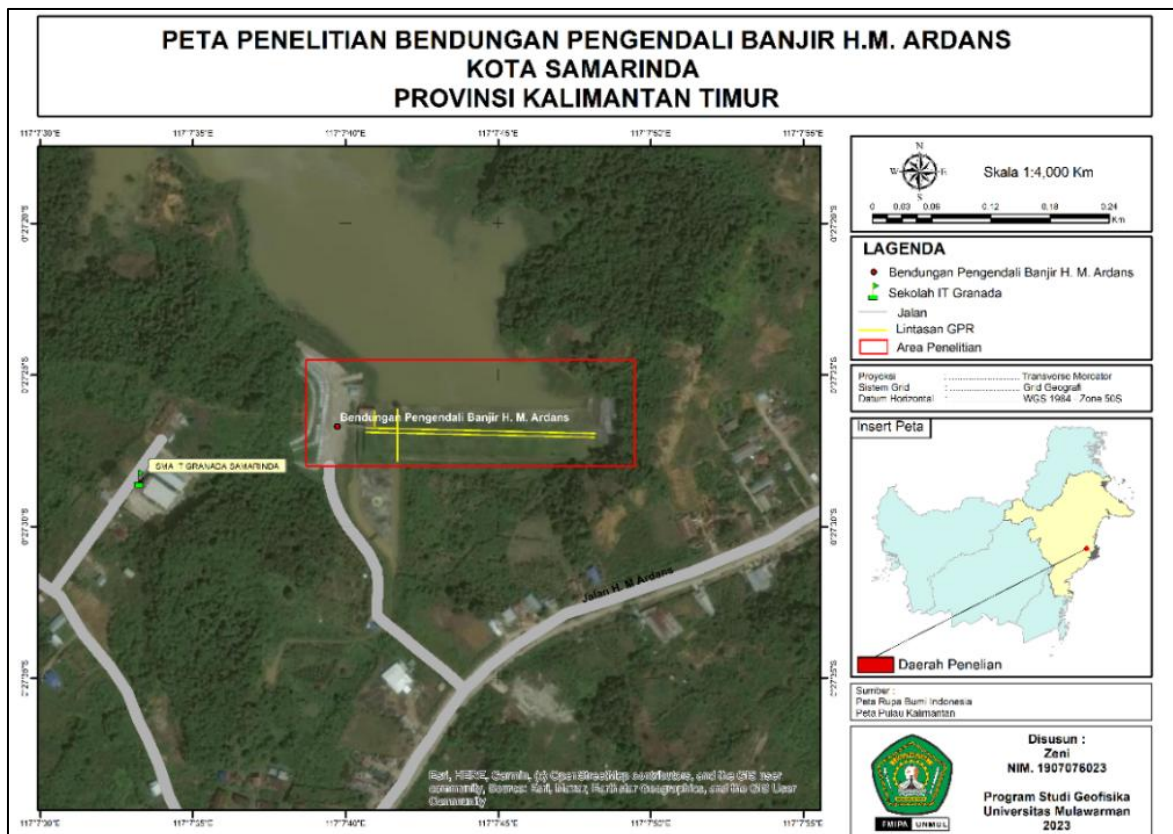
## 2. METODOLOGI

Metode *Ground Penetrating Radar* (GPR) merupakan metode geofisika dengan prinsip kerja pengirim dan penerima pulsa gelombang, sehingga akan muncul struktur lapisan bawah permukaan karena terdapatnya anomali bawah permukaan pada *radargram* [6]. Penelitian ini dilakukan untuk aplikasi metode *Ground Penetrating Radar* (GPR) terhadap zona rembesan Bendungan Pengendali Banjir H. M. Ardans menggunakan frekuensi 100 MHz dengan sistem *Reflection Profiling* yang mana hasil tampilan pada *radargram* berupa *raw data*. Data yang diambil merupakan data sekunder, sebanyak 4 lintasan yaitu lintasan kalibrasi 1 sepanjang 15,45 m, lintasan kalibrasi 2 sepanjang 57,13 m, lintasan 1 sepanjang 228 m dan lintasan 2 sepanjang 228 m. Lintasan Kalibrasi digunakan sebagai acuan untuk mengidentifikasi pola respon radar terhadap kondisi nyata di lapangan, seperti retakan dan amblesan. Lintasan 1 dan 2 merupakan lintasan utama penelitian yang dianalisis untuk menentukan zona rembesan pada tubuh bendungan. Hasil yang diperoleh berupa gambar kondisi bawah permukaan berupa perbedaan nilai konstanta dielektrik pada lapisan menyebabkan gelombang radar akan terpantulkan dengan koefisien refleksi [11]. Pada pengolahan data GPR menggunakan *software REFLEXW*, terdapat beberapa tahapan meliputi *static correction/muting* agar penampang yang ditampilkan sesuai dengan elevasi dan kondisi lapangan [6], *subtract mean (dewow)* untuk menghilangkan frekuensi yang sangat rendah [12], *gain* digunakan untuk memperjelas sinyal dengan

amplitudo lemah sehingga refleksi bawah permukaan dapat terdeteksi dengan lebih jelas [12], *bandpass butterworth* mempertahankan frekuensi yang relevan dan menekankan frekuensi yang tidak diinginkan [13], *fk-migration* untuk memindahkan data GPR ke posisi yang benar secara horizontal maupun vertikal [14], *running average* untuk mengurangi *random noise* dan *noise* berfrekuensi tinggi [14] *background Removal* yang berfungsi untuk menghilangkan sinyal yang terekam sebagai garis-garis horizontal pada *radargram* [15].

Pada data profil 2D menghasilkan gambaran bawah permukaan diberi *pick* (proses penentuan untuk mengidentifikasi zona lapisan atau zona anomali) untuk mencirikan tipe refleksi dan kedalaman yang diinterpretasikan sebagai rembesan. Pada profil 3D dikorelasikan agar dapat terlihat arah dan kemenerusan zona rembesan yang diperoleh.

Berdasarkan hasil *mapping* langsung di lapangan serta didukung informasi dari pihak Dinas PU bidang SDA melalui wawancara. Lokasi titik pengukuran penelitian dapat dilihat pada **Gambar 2** terletak dalam Formasi Pulau Balang (Tmpb) dengan litologi dominan batugamping, dan batupasir sisipan. Morfologi dikelilingi oleh perbukitan, dengan tutupan vegetasi didominasi pepohonan berkayu, semak belukar, tumbuhan berduri dan ilalang. Bendungan H. M Ardans pada kondisi awal merupakan sungai kecil yaitu sungai Karang Asem Kecil. Untuk membuat tempat penampungan bendungan, sungai Karang Asem Kecil diperluas. Badan pondasi bendungan ditimbun dengan material seperti pasir, batu, lempung, dan beton di bagian atas permukaan.



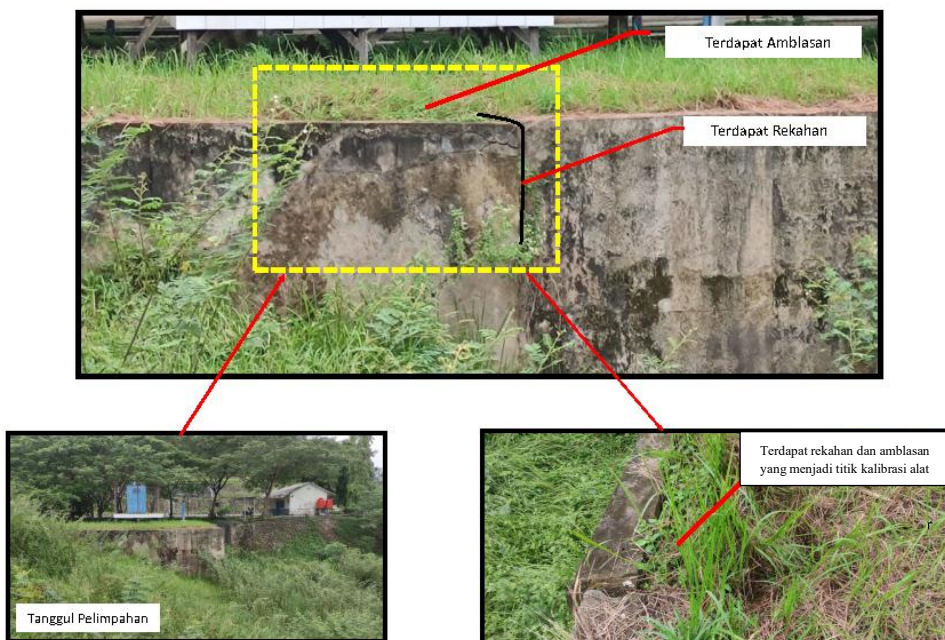
Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Lintasan Kalibrasi 1

Lintasan Kalibrasi 1 memiliki panjang lintasan 15,45 m, dan kedalaman mencapai 19 m yang telah diinterpretasi. Hasil pengolahan

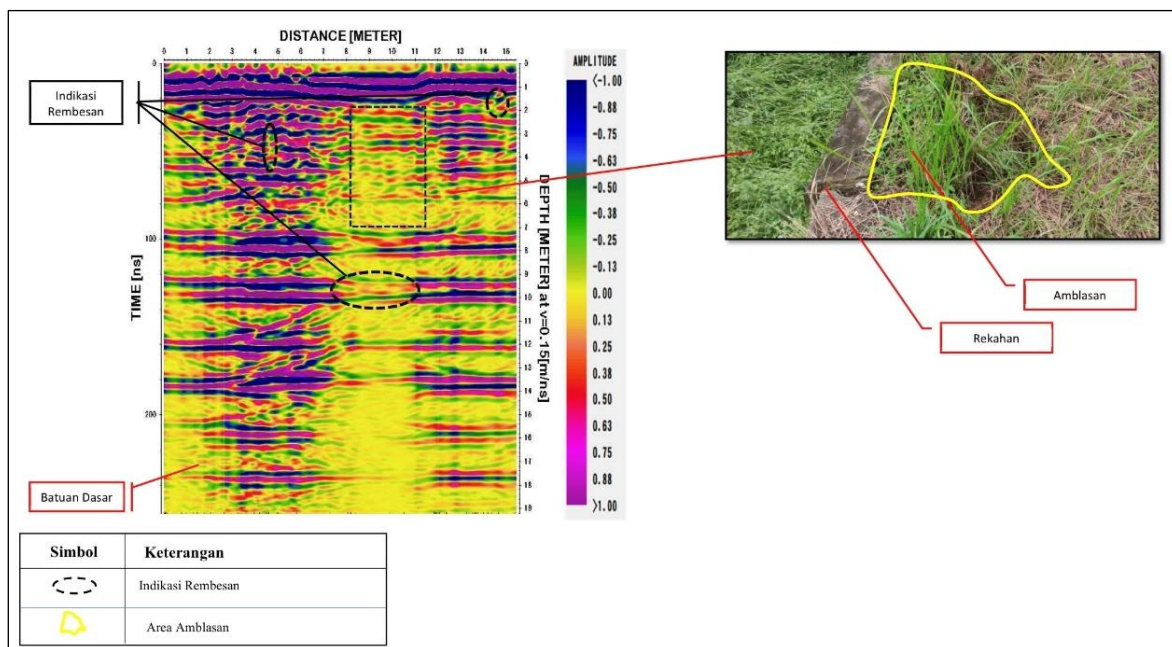
data menunjukkan adanya retakan Gambar 3. dan amblesan sesuai dengan kondisi lapangan Gambar 4.



Gambar 3. Hasil Retakan pada Radargram di Lintasan Kalibrasi 1

Berdasarkan kondisi di lapangan, pada lintasan kalibrasi 1 terdapat retakan dari permukaan hingga  $\pm 1,5$  m. Terlihat adanya kecocokan antara pola retakan yang muncul pada permukaan bendungan dengan hasil interpretasi dari georadar. Retakan yang terjadi di dinding pondasi mengakibatkan timbunan di sekitar mengalami amblesan. Penampang GPR pada **Gambar 3** dapat diinterpretasi retakan (*crack*) yang ditandai

dengan adanya amplitudo rendah yang dihimpit oleh amplitudo yang tinggi. Respon amplitudo yang rendah ini dapat disebabkan oleh adanya air sehingga gelombang radar yang melewati zona tersebut akan mengalami atenuasi [5]. Adanya *crack* memungkinkan masuknya rembesan air ke tubuh bendungan membentuk zona jenuh air yang dapat menurunkan kekuatan bendungan [5].



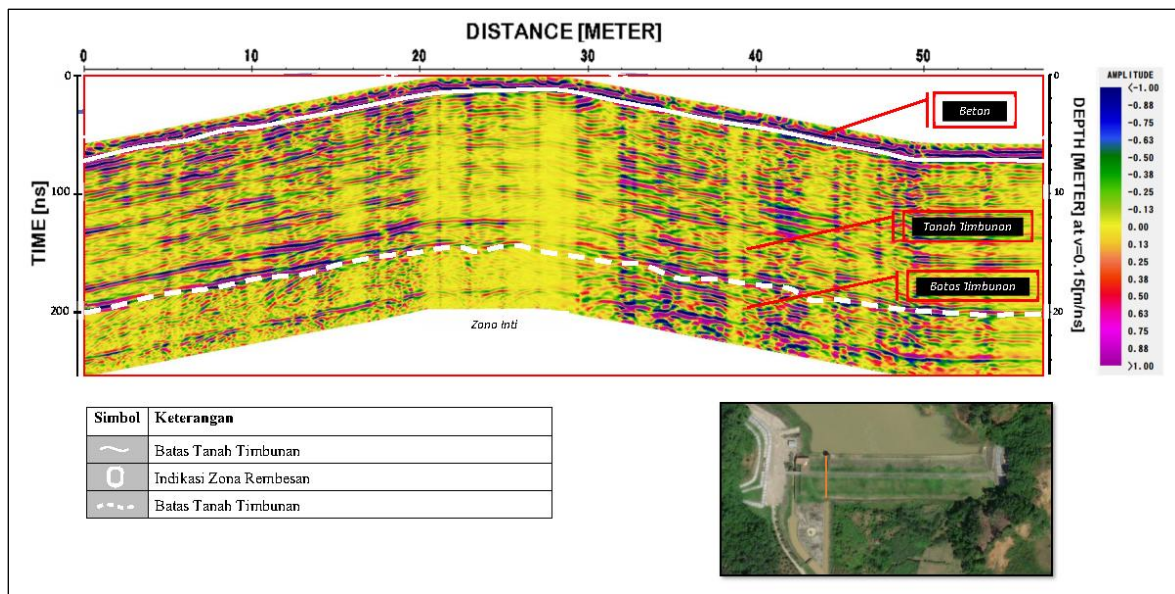
**Gambar 4.** Hasil Retakan pada *Radargram* di Lintasan Kalibrasi 1

### 3.2 Lintasan Kalibrasi 2

Gambar 4 merupakan penampang GPR lintasan kalibrasi 2, diinterpretasi terdapat 4 zona. Lintasan kalibrasi 2 merupakan daerah saluran bendungan yang memiliki panjang lintasan 57,13 m, dan kedalaman mencapai 19 m yang telah diinterpretasi.

Zona pertama yang terletak pada permukaan pondasi bendungan dengan ketebalan sekitar 0,095 m yang merupakan beton. Zona ini menghasilkan respon dengan amplitudo kuat atau amplitudo rapat, hal ini diinterpretasikan berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dan penelitian terkait

[5]. Zona kedua yang terletak di bawah beton hingga kedalaman  $\pm 13,8$  m memiliki respon refleksi *wavy* (rapat) dan respon *free reflection* yang tersusun tidak beraturan diduga sebagai tanah timbunan. Zona ketiga terletak di bawah lapisan tanah timbunan hingga kedalaman 19 m diduga merupakan batuan dasar. Interpretasi ini didasarkan oleh respon amplitudo kuat dan amplitudo lemah tersusun secara konstan [5]. Hal ini berdasarkan hasil *radargram* pada lintasan kalibrasi 1 dan informasi di lapangan (wawancara pihak dinas PU).



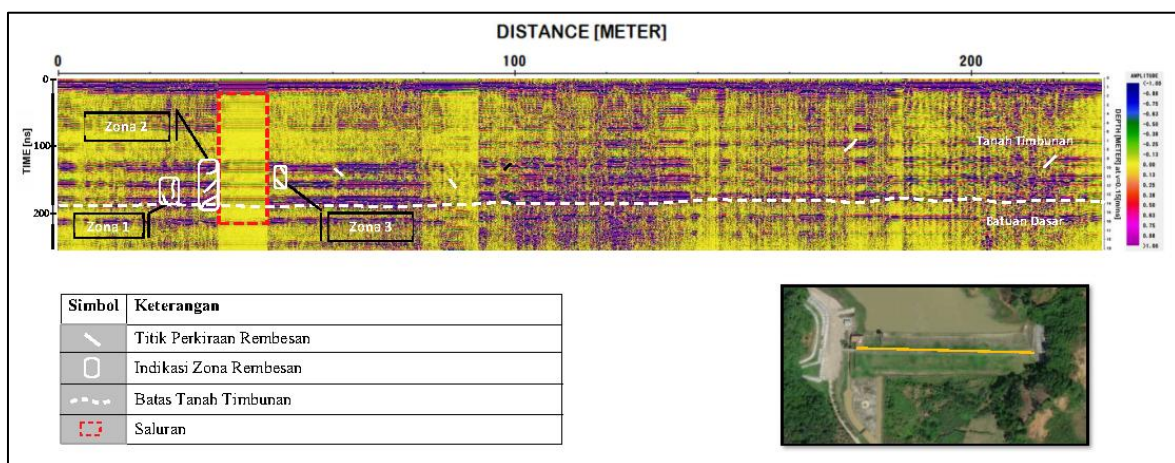
Gambar 4. Hasil Pengolahan Data GPR Lintasan Saluran

### 3.3 Lintasan 1

Gambar 5 merupakan hasil pengolahan data pada Lintasan 1 dengan panjang lintasan 228 m, dan kedalaman mencapai 19 meter. Hasil interpretasi pada penampang Gambar 5, Lintasan 1 dikelompokkan menjadi 3 zona indikasi rembesan. Zona pertama terdapat pada kedalaman 11,2 m hingga 13,8 m di bawah permukaan pada panjang ke 26,5 m hingga 32,1. Indikasi rembesan zona pertama terdapat pada kontak lapisan batas timbunan, hal ini dapat terjadi karena kontak timbunan dan batuan dasar yang kurang padat. Zona kedua yang terletak di samping saluran pada kedalaman 9,2 m hingga 14,2 m di bawah

permukaan pada panjang ke 31,4 m hingga 34 m. Zona ketiga terletak pada kedalaman 10 m hingga 12 m di bawah permukaan pada panjang ke 47,8 m hingga 48,5 m. Indikasi rembesan zona kedua dan zona ketiga terjadi pada dinding saluran, hal ini dapat terjadi karena tingkat konektivitas air pada dinding saluran sehingga membuat rembesan.

Interpretasi ini berdasarkan hasil *radargram* pada lintasan kalibrasi 1 dan kalibrasi 2 yang menunjukkan kesesuaian dengan kondisi real dan informasi di lapangan (wawancara pihak dinas PU).

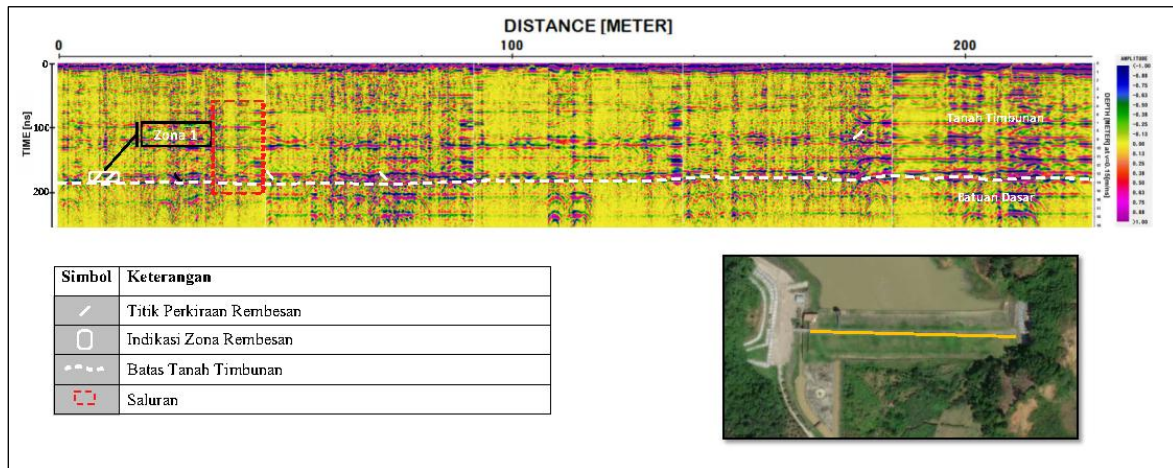


Gambar 5. Hasil Pengolahan Data GPR Lintasan 1

### 3.4 Lintasan 2

Gambar 6 merupakan hasil pengolahan data pada Lintasan 2 dengan panjang lintasan 228 m, dan kedalaman mencapai 19 meter. Hasil interpretasi pada Lintasan 2 dikelompokkan menjadi 1 zona rembesan. Zona ini terdapat pada kedalaman 12,9 m

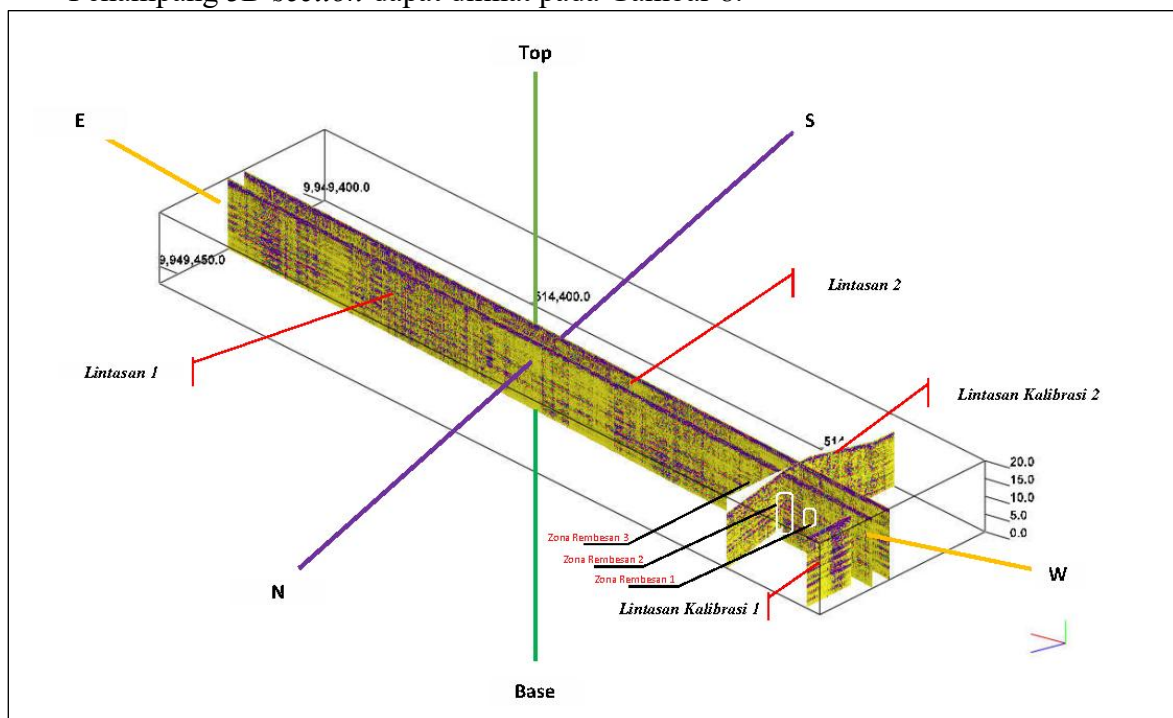
hingga 14 m di bawah permukaan pada panjang ke 7,2 m hingga 12,1 m. Indikasi zona rembesan ini terjadi pada kontak lapisan batas timbunan, hal ini terjadi karena kontak timbunan dan batuan dasar yang kurang padat.



Gambar 6. Hasil Pengolahan Data GPR Lintasan 2

### 3.5 Hasil Penampang 3D Section

Penampang 3D section dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Penampang 3D Section GPR

Berdasarkan penampang 3D section GPR, terakumulasi di sekitar saluran dan kontak zona rembesan lintasan pertama umumnya lapisan batas material timbunan. Sedangkan

pada lintasan kedua umumnya rembesan hanya terjadi pada kontak lapisan batas material timbunan. Rembesan jarang terjadi pada lintasan ini karena tingkat konektivitas air sangat rendah, tingkat kepadatan material yang padat serta pondasi bendungan yang sangat lebar, yaitu sekitar  $\pm 50$  m.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis zona rembesan pada Bendungan H.M Ardans Samarinda, bahwa jarak antara amplitudo kuat dan amplitudo lemah yang diindikasikan sebagai pola retakan (*crack*). Pada lintasan satu (I) terdapat 3 zona rembesan, terakumulasi di sekitar saluran, rembesan jarang terjadi pada bagian timur bendungan, karena adanya penumpukan sedimentasi sehingga menjadi lebih dangkal. Akibatnya, genangan air berkumpul di dekat pintu atau *intake* saat bendungan terisi, sehingga tingkat

konektivitas air lebih tinggi di sekitar saluran dibandingkan area lainnya. Lintasan dua (II) terdapat 1 zona rembesan, pada kontak lapisan batas timbunan dan batuan dasar yang kurang padat. Kedua lintasan zona rembesan tidak menunjukkan kemenerusan, tidak membentuk jalur rembesan memanjang dan zona rembesan semakin mengecil ke arah timur. Sehingga dapat disimpulkan kemungkinan terjadinya rembesan pada bendungan ini sangat kecil. Namun bendungan harus tetap dilakukan monitoring secara berkala untuk menjaga keamanan konstruksi bendungan dari kebocoran.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. GEO DUA PITO sebagai penyedia data penelitian serta kepada PT. PAMA Persada atas dukungan beasiswa.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS. (2021). Indeks Curah dan Hari Hujan dalam Angka 2021. Badan Pusat Statistik Kota Samarinda.
- [2] Setiawan, H., Jalil, M., Purwadi, F., S, C. A., Brata, A. W., & Jufda, A. S. (2020). Analisis Penyebab Banjir di Kota Samarinda. *Jurnal Geografi Gea*, 20(1), 39–43. <https://doi.org/10.17509/gea.v20i1.22021>
- [3] Supriyatna S., Sukardi R., Rustandi E., 1995, Peta Geologi Lembar Samarinda, Kalimantan. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- [4] Jamaluddin, Wagreich, M., Gier, S., Schöpfer, K., Battu, D.P., 2023. Sedimentary Environments and Paleoclimate Control of the Middle Miocene Balikpapan Group, Lower Kutai Basin (Indonesia): Implications for Evaluation of the Hydrocarbon Potential. *Minerals*, 13(10), 1259. DOI: [doi.org/10.3390/min13101259](https://doi.org/10.3390/min13101259)
- [5] Safitri, M. (2022). Identifikasi Zona Jenuh Air dan Zona Lemah Menggunakan Metode Resistivitas Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dan Ground Penetrating Radar pada Bendungan Leubok, Montasik, Aceh Besar, Nad [Skripsi]. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. Diakses dari <http://eprints.upnyk.ac.id/id/eprint/31230>
- [6] Aji, S., Arya, P., & Iryanti, M. (2016a). Aplikasi Metode Ground Penetrating Radar Terhadap Pola Retakan di Bendungan Batu Tegi Lampung. *Wahana Fisika*, 1(1), 32. <https://doi.org/10.17509/wafi.v1i1.4529>
- [7] Arisona, Fiqriawan, M. Ridho, & Safiuddin, La Ode. (2023). Pemanfaatan Metode Georadar dalam Menganalisis Lapisan Tanah di Indonesia. *Magister Fisika Pascasarjana Universitas Halu Oleo*, 1(2), 38–41.
- [8] Widiyasari, Diah, Vinsensius, Aloysius, & Erna. (2025). Deteksi Keadaan Tanah Kebun Teh untuk Optimalisasi Produksi di Perkebunan Rakyat CPCL sebagai Upaya untuk Mendukung Produksi



- Berkelanjutan. *Community Service and Engagement Seminar*, 5(1), 144-147.
- [9] Windhari, G. A. E. (2020). Monitoring Rembesan Air Pada Tanggul Penahan Lumpur Sidoarjo Menggunakan *Scanning Ground Penetrating Radar (GPR)*. *Jurnal Sangkareang Mataram*, 6(4), 42–46.
- [10] Syam, A., & Lepong, P. (2019). *Aplikasi Metode Georadar untuk Identifikasi Struktur Geologi di Jalan Hm. Ardan Ring Road 1 Samarinda*. 2.
- [11] Reynolds, R. S. (2005). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*.
- [12] Evaliani, Y. K, Nurhasanah & Nugroho, D (2021). Identifikasi Ketebalan Gambut Berdasarkan Parameter Fisis pada Metode *Ground Penetrating Radar (GPR)* di Tulung Selapan, Ogan Komerling Ilir. *PRISMA FISIKA*, 9(1), 72-78.
- [13] Hugenschmidt, J., Maser, K., and Dawley, C.B., 1997. GPR Inspection of a Mountain Motorway in Switzerland. Switzerland: Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research EMIPA, ueberlandstasse, 129, 8600, Duebendorf
- [14] Fali, Meitia Ratna. 2020. Identifikasi Gua Bawah Tanah Berdasarkan Interpretasi Data Ground Penetrating Radar (GPR) [Skripsi]. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. *Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*. Diakses dari <http://etheses.uin-malang.ac.id/id/eprint/24511>
- [15] Putranto, P. A, & Iskandarsyah (2021). Identifikasi Morfologi Sungai Masa Lampau dan Kaitannya dengan Banjir Masa Lampau Menggunakan Metode Ground Penetrating Radar (GPR) di Daerah Aliran Sungai Citarum, Bandung, Jawa Barat. *Prosiding The 12th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung*, (4-5),821-826.