



## Original Article

### Analisis Spasial Perubahan Pola Aliran Permukaan di Kawasan Tambang Emas PT J Resources Bolaang Mongondow

**Mohamad Alfarezy Mokodompit<sup>1✉</sup>, Nurfaika<sup>2</sup>, Rusiyah<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Institution Program Studi Pendidikan Geografi, Jurusan Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Gorontalo

Correspondence Author: mohalfarezymokodompit@gmail.com ✉

#### Abstract:

Abstrak Mohamad Alfarezy Mokodompit, 2026. Analisis Spasial Perubahan Pola Aliran Air Permukaan di Kawasan Pertambangan Emas PT J Resources Bolaang Mongondow. Program Studi Pendidikan Geografi, Jurusan Ilmu Bumi dan Teknologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo. Pembimbing Utama: Dr. Nurfaika, S.Si, M.Sc. dan Pembimbing Pendamping: Rusiyah, S.Pd., M.Sc. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis secara spasial dinamika perubahan pola aliran air permukaan yang dipicu oleh perubahan topografi akibat kegiatan pertambangan di PT J Resources Bolaang Mongondow (PT JRBM). Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan pendekatan analisis spasial terpadu menggunakan perangkat lunak Surpac, Global Mapper, MapInfo, dan AutoCAD. Data penelitian mencakup data topografi temporal untuk periode Januari, Maret, Juni, dan September 2025, yang dilengkapi dengan pengamatan lapangan langsung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Kegiatan pertambangan secara langsung mengubah morfologi lahan, yang menyebabkan pergeseran batas hidrologis (daerah tangkapan air), yang kemudian berdampak pada transisi pola aliran permukaan dari pola aliran alami (dendritik) menjadi pola aliran buatan yang sepenuhnya dikendalikan oleh rekayasa operasional. (2) Dinamika arah aliran di kawasan pertambangan aktif tidak hanya dipengaruhi oleh kemiringan lereng makro, tetapi secara khusus ditentukan oleh fitur-fitur teknis buatan seperti parit jalan, tanggul pengaman, dan kemiringan jalan angkut. (3) Perubahan topografi mengakibatkan fluktuasi ukuran daerah tangkapan air kolam sedimentasi, di mana terjadi pengurangan yang

|                |                 |
|----------------|-----------------|
| Submitted      | : 6 March 2026  |
| Revised        | : 20 March 2026 |
| Acceptance     | : 31 March 2026 |
| Publish Online | : 1 April 2026  |

signifikan sebesar 19,1 Ha di CP-7 karena aliran terhalang ke Pit Sump 03, dan pengurangan sebesar 8,3 Ha di CP-6 karena rekayasa tumpukan di area Static Heap Leach Pad (SHLP). (4) Penggunaan perangkat lunak analisis kontur geospasial harus diintegrasikan dengan validasi kondisi faktual di lapangan, karena modifikasi mikrotopografi buatan manusia merupakan faktor paling dominan dalam mengalihkan arah aliran air di area operasional.

**Kata kunci:** Analisis spasial, Pola aliran permukaan, Perubahan topografi, Daerah tangkapan air, PT J Resources Bolaang Mongondow.

---

## **Pendahuluan**

Sistem hidrologi permukaan yang stabil merupakan kondisi ideal dalam menjaga keseimbangan ekosistem suatu kawasan. Secara normatif, pola aliran permukaan alami berfungsi sebagai jalur distribusi limpasan air hujan yang teratur untuk mencegah erosi berlebih dan menjaga kestabilan geomorfologi lahan. Manajemen air yang baik di suatu wilayah harus mampu menjamin bahwa limpasan air permukaan mengalir secara efektif melalui jalur drainase alami menuju badan air penerima tanpa menimbulkan kerusakan lingkungan maupun infrastruktur di sekitarnya.

Pada kenyataannya, aktivitas penambangan emas terbuka (open-pit) oleh PT J Resources Bolaang Mongondow (PT JRBM) memberikan dampak yang sangat signifikan terhadap kondisi topografi dan lingkungan fisik di lapangan. Proses pengupasan lapisan tanah dan penggalian material batuan secara terus-menerus telah mengubah elevasi dan bentuk lahan secara drastis. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa modifikasi morfologi lahan ini, seperti terbentuknya jenjang tambang, paritan jalan (ditch), dan tanggul pengaman (safety berm), secara langsung memotong dan mengalihkan jalur aliran permukaan alami (dendritik) menjadi sistem aliran buatan yang sepenuhnya dikendalikan oleh aktivitas operasional.

Kesenjangan antara kondisi hidrologi alami yang ideal dengan realitas operasional tambang yang dinamis menciptakan sebuah masalah yang krusial. Perubahan topografi akibat penambangan menyebabkan gangguan besar pada sistem drainase alami serta mengubah arah dan sebaran aliran air permukaan, sebagaimana ditekankan dalam studi yang dilakukan oleh [Salsabil et al. \(2024\)](#). Lebih lanjut, terganggunya keseimbangan pola aliran ini diperparah oleh hilangnya vegetasi penutup lahan yang berkontribusi pada perubahan distribusi limpasan dan berpotensi memicu genangan di area tertentu, hal ini sejalan dengan yang dijelaskan oleh [Trijayanti et al. \(2022\)](#).

Pemahaman spasial mengenai rute aliran permukaan sangat mendesak untuk segera dianalisis karena menyangkut keberhasilan kelangsungan sistem manajemen air (water management) di area tambang. Perubahan topografi yang tidak terpantau secara presisi dapat menyebabkan fluktuasi luasan daerah tangkapan air (catchment area) pada kolam pengendapan secara tiba-tiba. Jika masalah ini dibiarkan dan tidak diteliti, limpasan air permukaan dapat terkonsentrasi pada area operasional

yang tidak direncanakan, yang berisiko melampaui kapasitas kolam pengendapan (settling pond), merusak infrastruktur jalan angkut, hingga membahayakan keselamatan kerja di dalam pit aktif.

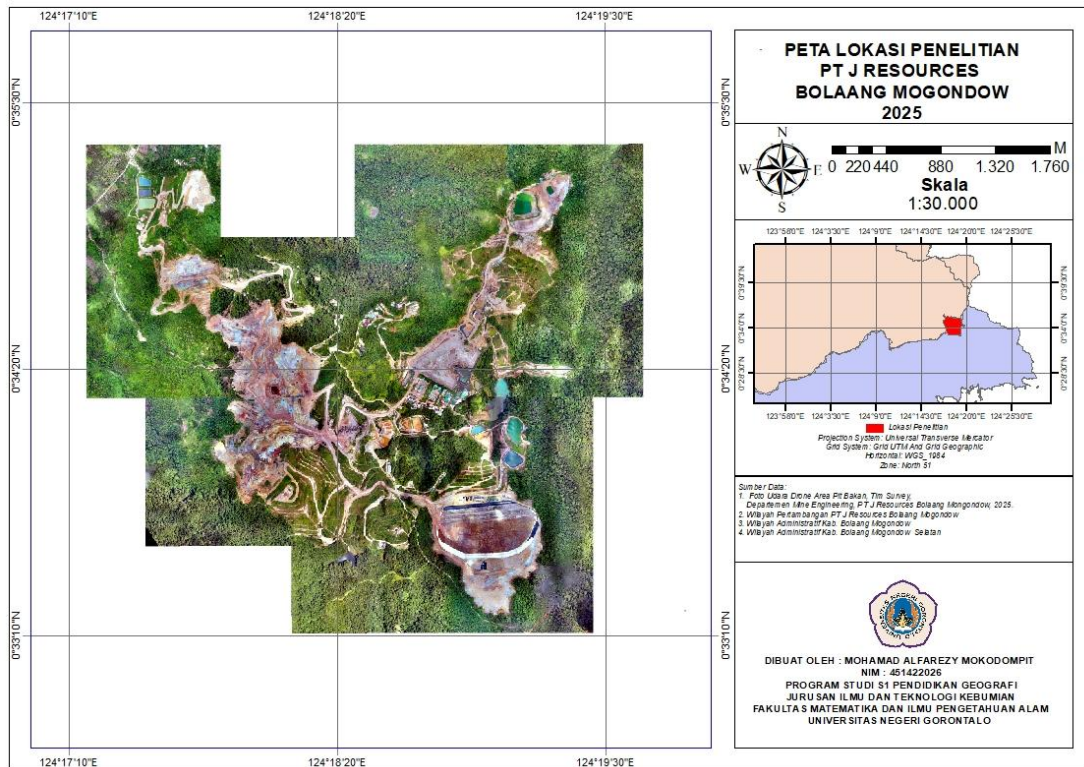
Meskipun kajian di area pertambangan PT JRBM telah dilakukan sebelumnya, seperti penelitian oleh [Angelia et al. \(2021\)](#), fokus utamanya masih terbatas pada analisis kestabilan lereng dan potensi longsor. Terdapat kekosongan penelitian (research gap) pada aspek hidrologi spasial, khususnya dalam memvisualisasikan dinamika perubahan alur dan sebaran aliran air permukaan secara temporal. Penelitian ini memposisikan diri untuk mengisi celah tersebut dengan mengkaji secara spesifik pergeseran batas hidrologi (catchment area) secara real-time akibat aktivitas penambangan, sesuatu yang belum menjadi fokus utama pada penelitian-penelitian terdahulu.

Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, penelitian ini menawarkan pendekatan analisis spasial terintegrasi untuk memetakan dinamika pola aliran permukaan di area tambang PT JRBM. Pendekatan ini memanfaatkan perangkat lunak pemodelan geospasial seperti Surpac, Global Mapper, MapInfo, dan AutoCAD untuk memvisualisasikan arah aliran jangka pendek pada periode Januari, Maret, Juni, dan September 2025. Melalui pemodelan spasial temporal ini, diharapkan dapat tergambar secara jelas bagaimana perubahan fitur topografi memengaruhi arah limpasan air, sehingga memberikan luaran berupa peta visualisasi yang aplikatif untuk optimalisasi pengelolaan air tambang.

## **Metode**

Penelitian ini dilaksanakan di dalam area konsesi pertambangan emas PT J Resources Bolaang Mongondow (PT JRBM) yang beroperasi di bawah skema Kontrak Karya bisa di lihat pada (Gambar 3.1) . Secara administratif, lokasi penelitian terletak di Kabupaten Bolaang Mongondow, Provinsi Sulawesi Utara. Lingkup spasial penelitian mencakup daerah tangkapan air seluas ±652,6 Ha yang memiliki tata guna lahan kompleks, meliputi area bukaan aktif (active pit), area reklamasi, serta fasilitas pengolahan (Heap Leach Pad) yang menerapkan sistem drainase tertutup.

Pemilihan lokasi ini didasarkan pada pertimbangan utama bahwa aktivitas penambangan dengan metode tambang terbuka (open-pit) di area ini menghadirkan dinamika topografi yang kontras antara area yang terus berubah dan area yang telah stabil. Kondisi fisik ini, ditambah dengan faktor curah hujan tropis yang tinggi, berdampak langsung pada sistem hidrologi lokal, terutama pada pola aliran permukaan dan kapasitas kolam pengendapan. Oleh karena itu, kawasan PT JRBM merupakan studi kasus yang sangat relevan untuk mengevaluasi efektivitas manajemen air (water management), sehingga hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi keberlanjutan operasional dan upaya mitigasi dampak lingkungan di area tersebut.



## Results

### Sub 1 Aceh Humanity Problem

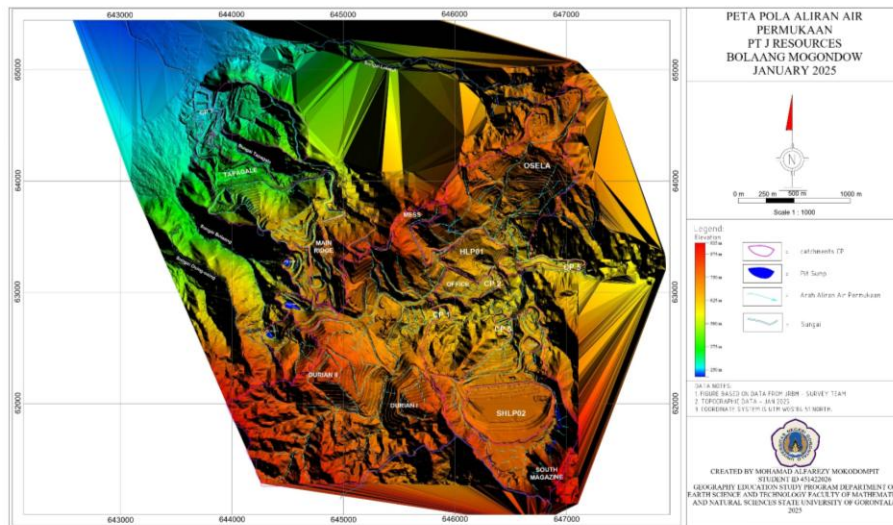
The presentation of the

### Hasil Penelitian

Penelitian ini menyajikan data spasial terkait dinamika pola aliran permukaan serta perubahan luasan daerah tangkapan air (*catchment area*) di kawasan konsesi PT J Resources Bolaang Mongondow. Data diperoleh melalui survei observasi langsung di lapangan, kemudian diolah dan dipetakan secara digital menggunakan perangkat lunak AutoCAD. Penyajian data dilakukan secara temporal (berkala) untuk merepresentasikan kondisi aktual pada bulan Januari, Maret, Juni, dan September tahun 2025.

### Peta Pola Aliran Permukaan Januari 2025

Peta bulan Januari 2025 (Gambar 4.1) menunjukkan kondisi awal tahun di mana pola aliran permukaan terbagi menjadi dua zona. Zona reklamasi (Pit Durian dan Osela) memiliki pola aliran yang permanen mengikuti saluran drainase, sedangkan zona tambang aktif (Tapagale dan Magazine) memiliki pola aliran alami mengikuti lembah. Total luasan *Catchment Area* terkelola pada periode ini adalah 652,6 Ha.



Gambar 4.1 Peta Pola Aliran Permukaan - Januari 2025

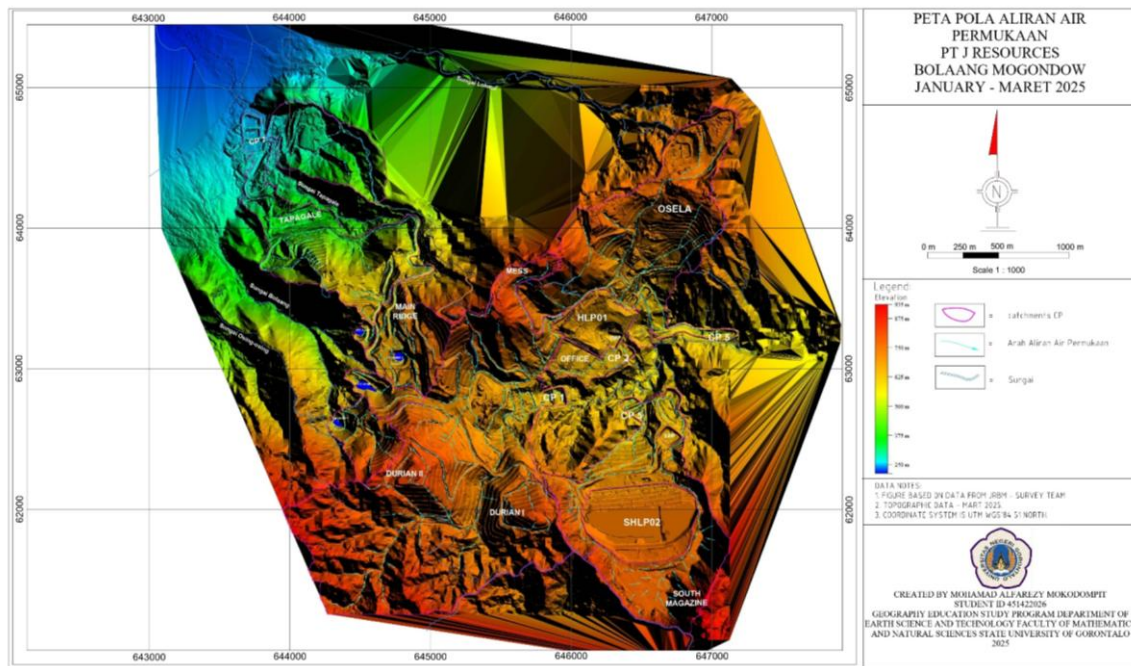
Berikut disajikan rincian luasan daerah tangkapan air yang terukur berdasarkan hasil pemetaan menggunakan AutoCAD pada periode Januari 2025:

**Tabel 4.1** Luas Daerah Tangkapan Air January

| Nama Catchment Area             | Nama Settling Pond | Luas Catchment Area (Ha) |
|---------------------------------|--------------------|--------------------------|
|                                 |                    | Januari                  |
| WD Durian                       | CP-1               | 271                      |
| Pit Sump 01 (Narrow - Campsite) |                    | 18,4                     |
| Pit Sump 02 (Narrow - Campsite) |                    | 9,6                      |
| Pit Sump 03 (MR Barat)          |                    | 12,6                     |
| Office                          | CP-2               | 11,2                     |
| IPD Osela                       | CP-5               | 116,3                    |
| WD South Magazine               | CP-6               | 87,5                     |
| Pit Jalina-Tapagale & WD Jatap  | CP-7               | 126                      |
| <b>TOTAL</b>                    |                    | <b>652,6</b>             |

#### 4.1.2 Peta Pola Aliran Permukaan January - Maret 2025

Pada bulan Maret 2025 (Gambar 4.2), terjadi perubahan pola aliran yang signifikan di sektor Utara. Perubahan topografi di Main Ridge "memotong" aliran yang dulunya ke Jatap (CP-7) dan kini tertangkap masuk ke dalam galian aktif Main Ridge (Pit Sump 03). Akibatnya, luasan daerah tangkapan air CP-7 menyusut dari 126 Ha menjadi 106,9 Ha, sementara area Main Ridge mengalami penambahan luasan tangkapan.



**Gambar 4.2** Peta Pola Aliran Permukaan January - Maret 2025

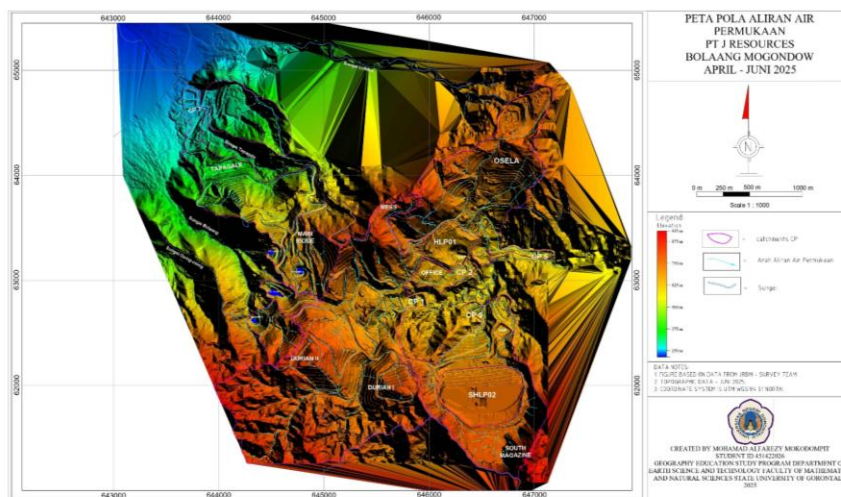
Berikut disajikan data luasan daerah tangkapan air berdasarkan hasil pengukuran peta pada periode Maret 2025:

**Tabel 4.2** Luas Daerah Tangkapan Air maret

| Nama Catchment Area             | Nama Settling Pond | Luas Catchment Area (Ha) |
|---------------------------------|--------------------|--------------------------|
|                                 |                    | Maret                    |
| WD Durian                       | CP-1               | 271                      |
| Pit Sump 01 (Narrow - Campsite) |                    | 18,4                     |
| Pit Sump 02 (Narrow - Campsite) |                    | 9,6                      |
| Pit Sump 03 (MR Barat)          |                    | 2,2                      |
| Pit Sump 03 (MR)                |                    | 29,4                     |
| Office                          | CP-2               | 11,2                     |
| IPD Osela                       | CP-5               | 116,3                    |
| WD South Magazine               | CP-6               | 87,5                     |
| Pit Jalina-Tapagale & WD Jatap  | CP-7               | 106,9                    |
| <b>TOTAL</b>                    |                    | <b>652,2</b>             |

#### 4.1.3 Peta Pola Aliran Permukaan April - Juni 2025

Pada bulan Juni 2025 (Gambar 4.3), perubahan luasan daerah tangkapan air terjadi di sektor Selatan (South Magazine), khususnya akibat aktivitas di area SHLP (*Static Heap Leach Pad*). Penimbunan material ore di bagian SHLP menyebabkan perubahan topografi yang mengurangi luasan tangkapan air CP-6 (South Magazine) dari 87,5 Ha menjadi 79,2 Ha.



**Gambar 4.3** Peta Pola Aliran Permukaan April - Juni 2025

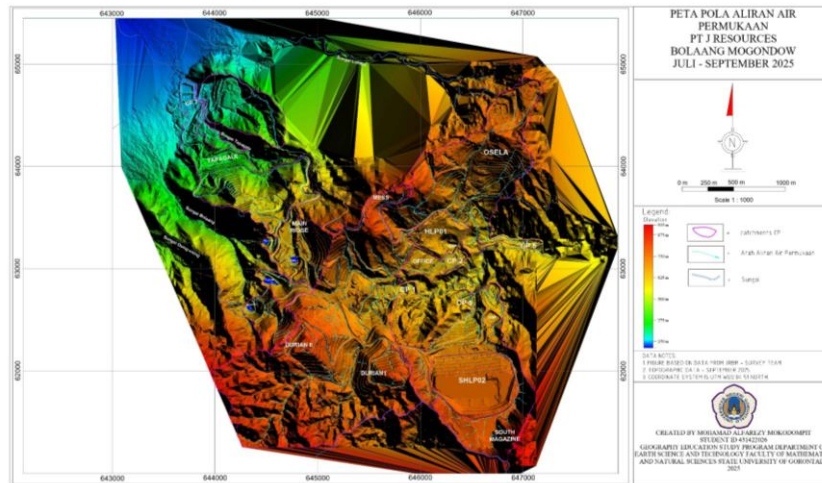
Data luasan daerah tangkapan air untuk periode Juni 2025 adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.3** Luas Daerah Tangkapan Air Juni

| Nama Catchment Area             | Nama Settling Pond | Luas Catchment Area (Ha) |
|---------------------------------|--------------------|--------------------------|
|                                 |                    | Juni                     |
| WD Durian                       | CP-1               | 271                      |
| Pit Sump 01 (Narrow - Campsite) |                    | 18,4                     |
| Pit Sump 02 (Narrow - Campsite) |                    | 9,6                      |
| Pit Sump 03 (MR Barat)          |                    | 2,2                      |
| Pit Sump 03 (MR)                |                    | 29,4                     |
| Office                          | CP-2               | 11,2                     |
| IPD Osela                       | CP-5               | 116,3                    |
| WD South Magazine               | CP-6               | 79,2                     |
| Pit Jalina-Tapagale & WD Jatap  | CP-7               | 106,9                    |
| <b>TOTAL</b>                    |                    | <b>643,9</b>             |

#### 4.1.4 Peta Pola Aliran Permukaan Juli - September 2025

Pada bulan September 2025 (Gambar 4.4), pola aliran permukaan terpantau mengikuti kemajuan tambang (*mine progress*) saat ini. Tidak ditemukan perubahan luasan daerah tangkapan air dibandingkan bulan Juni, di mana aliran air dikelola melalui sistem paritan (*toe drain*) dan jalan tambang yang berfungsi sebagai saluran drainase operasional di area yang masih aktif tersebut.



**Gambar 4.4** Peta Pola Aliran Permukaan Juli - September 2025

Berikut adalah rekapitulasi luasan daerah tangkapan air pada periode September 2025:

**Tabel 4.4** Luas Daerah Tangkapan Air September

| Nama Catchment Area             | Nama Settling Pond | Luas Catchment Area (Ha) |
|---------------------------------|--------------------|--------------------------|
|                                 |                    | September                |
| WD Durian                       | CP-1               | 271                      |
| Pit Sump 01 (Narrow - Campsite) |                    | 18,4                     |
| Pit Sump 02 (Narrow - Campsite) |                    | 9,6                      |
| Pit Sump 03 (MR Barat)          |                    | 2,2                      |
| Pit Sump 03 (MR)                |                    | 29,4                     |
| Office                          | CP-2               | 11,2                     |
| IPD Osela                       | CP-5               | 116,3                    |
| WD South Magazine               | CP-6               | 79,2                     |
| Pit Jalina-Tapagale & WD Jatap  | CP-7               | 106,9                    |
| <b>TOTAL</b>                    |                    | <b>643,9</b>             |

## 4.2 Pembahasan

Pembahasan ini berfokus pada analisis dinamika spasial pola aliran permukaan sebagai respon terhadap aktivitas penambangan di PT J Resources Bolaang Mongondow. Analisis dilakukan untuk menjawab rumusan masalah mengenai bagaimana perubahan bentuk lahan memicu perubahan pola aliran permukaan serta mengubah konfigurasi batas daerah tangkapan air (*catchment area*) selama periode penelitian (Januari, Maret, Juni, dan September 2025).

### 4.2.1. Pola Aliran Permukaan Awal Januari 2025

Analisis pada bulan Januari 2025 pada (Gambar 4.1) menjadi dasar utama penelitian ini untuk melihat kondisi awal aliran air sebelum adanya kegiatan penambangan besar-besaran di tahun ini. Pada periode ini, terlihat perbedaan yang sangat jelas antara area yang sudah selesai ditambang (reklamasi) dengan area yang masih akan ditambang.

#### 1. Kondisi Stabil pada Zona Reklamasi (Pit Durian & Osela)

Pada area Pit Durian (CP-1) dan Osela (CP-5), aliran air permukaan sudah sangat stabil. Hal ini karena bentuk lahannya sudah dirapikan dan dibuatkan saluran air yang teratur memanjang mengikuti bentuk lereng. Saluran-saluran buatan ini berfungsi mengarahkan air hujan agar

tidak mengalir liar, melainkan langsung masuk menuju kolam CP-1 dan CP-5. Karena salurannya sudah permanen, maka luasan daerah tangkapan air (*Catchment Area*) di kedua kolam ini tetap sama dan tidak berubah-ubah.

#### 2. Kondisi Alami pada Zona Operasional (Tapagale & Magazine)

Sebaliknya, pada area Tapagale (Sektor Utara) dan South Magazine (Sektor Selatan), pola aliran permukaan masih sangat alami. Air hujan mengalir menyebar mengikuti lekukan-lekukan lembah dan punggung bukit asli menuju kolam.

Kondisi ini menunjukkan bahwa batas aliran air di area ini sepenuhnya bergantung pada bentuk bukit yang ada. Hal ini membuat area tersebut sangat rentan berubah. Jika nanti ada aktivitas pengupasan tanah atau pemotongan bukit sedikit saja di bagian atas, maka arah aliran air di bagian bawahnya pasti akan ikut berubah drastis. Inilah alasan utama mengapa luasan tangkapan air bisa berkurang banyak pada bulan Maret dan Juni nanti.

### 4.2.2 Perubahan Pola Aliran Periode January - Maret 2025

Pada bulan January - Maret 2025, Pada (Gambar 4.2) terjadi perubahan mendasar pada sistem hidrologi di sektor Utara kawasan tambang. Fokus utama perubahan terletak pada area Main Ridge dan Tapagale, di mana aktivitas penambangan telah mengubah bentang alam secara signifikan.

#### 1. Analisis Perubahan Pola Aliran Permukaan

Perubahan Pada bulan Maret 2025, terjadi perubahan mendasar pada sistem hidrologi di sektor Utara kawasan tambang. Fokus utama perubahan terletak pada area Main Ridge dan Tapagale, di mana aktivitas penambangan telah mengubah bentang alam secara signifikan.

a. Perubahan pola aliran ini disebabkan oleh aktivitas pengupasan tanah (*stripping*) yang memotong punggung bukit utama (*Main Ridge*). Pada kondisi awal (Januari), punggung ini bertindak sebagai "tembok alam" yang memisahkan air: sisi luar mengalir ke kolam lingkungan (CP-7), dan sisi dalam ke area tambang. Namun, akibat perluasan galian tambang pada bulan Maret, punggung bukit tersebut digali dan direndahkan. Perubahan topografi pada area *Main Ridge* tersebut menyebabkan pergeseran batas hidrologi (*catchment area*), sehingga arah kemiringan lereng berubah secara signifikan.

kondisi ini menciptakan bukaan baru di mana air hujan yang jatuh di area tersebut kini tidak lagi meluncur ke arah luar mengikuti gravitasi, melainkan berbalik arah menuju cekungan lubang tambang yang elevasinya jauh lebih rendah. Secara lebih mendetail, observasi lapangan menunjukkan bahwa arah aliran air aktual ini dikendalikan secara spesifik oleh fitur buatan seperti paritan jalan (*ditch*) dan tanggul pengaman (*safety berm*) yang dibangun di sepanjang area operasional. Keberadaan tanggul tersebut secara efektif membelokkan dan mengunci aliran agar tetap mengalir menuju sistem drainase internal tambang, yaitu Pit Sump 03. Hal ini membuktikan bahwa meskipun secara visual di peta terlihat sebagai perubahan lereng akibat perubahan topografi, namun di lapangan, fitur teknis inilah yang menjadi penentu utama dalam merubah arah aliran air permukaan.

b. Dampak terhadap Daerah Tangkapan Air (*Catchment Area*) Perubahan arah aliran dari "keluar" menjadi "ke dalam" ini berdampak langsung pada perhitungan luasan daerah tangkapan air. Area seluas 19,1 Ha yang sebelumnya terhitung sebagai pemasok air bagi kolam CP-7, kini secara hidrologis telah berpindah fungsi menjadi area tangkapan air tambang.

Berdasarkan data penelitian, hal ini menyebabkan luasan tangkapan air CP-7 (Jatap) menyusut drastis dari 126 Ha menjadi 106,9 Ha. Penurunan luasan ini mengindikasikan bahwa beban air yang masuk ke kolam lingkungan menjadi lebih ringan, namun di sisi lain, volume air yang harus dikelola oleh pompa tambang di Pit Sump 03 menjadi bertambah. Penyusutan luas *catchment* pada Pit Sump 03 di periode ini juga merupakan bukti nyata bagaimana rekayasa topografi lokal dan penempatan tanggul pengaman mampu memutus koneksi hidrologi alami dan menciptakan sistem aliran baru yang sepenuhnya terkendali oleh aktivitas operasional.

Fenomena pergeseran batas hidrologi di area *Main Ridge* ini membuktikan secara empiris

teori yang dikemukakan oleh [Salsabil et al. \(2024\)](#) dan [Suryadi et al. \(2024\)](#) dalam kajian pustaka, yang menyatakan bahwa pengupasan lahan dan modifikasi kemiringan lereng tambang secara langsung merusak sistem drainase alami dan menciptakan jalur-jalur aliran buatan. Secara operasional, penyusutan luasan *Catchment Area* CP-7 sebesar 19,1 Ha ini memang memberikan dampak positif berupa berkurangnya beban volume air limpasan yang harus ditampung oleh kolam lingkungan (*settling pond*). Namun, di sisi lain, volume air tersebut kini terakumulasi ke dalam *Pit Sump 03*. Implikasi teknis dari temuan ini adalah manajemen PT JRBM harus melakukan penyesuaian kapasitas pompa (*dewatering pump*) secara berkala di area pit aktif. Jika kapasitas pompa tidak seimbang dengan penambahan luas tangkapan air baru ini, risiko genangan yang menghentikan aktivitas alat berat di dasar *pit* akan semakin tinggi.

#### 4.2.3 Perubahan Pola Aliran Periode April - Juni 2025

Memasuki bulan April - Juni 2025, Pada (Gambar 4.3) perubahan pola aliran Permukaan terjadi di sektor Selatan, namun sifatnya lebih spesifik pada area SHLP (*Static Heap Leach Pad*). Perubahan ini dipicu oleh aktivitas penimbunan material bijih (*ore*) yang mengubah topografi lokal di titik tersebut.

##### 1. Analisis Perubahan Pola Aliran permukaan

Secara umum, pola aliran permukaan di kawasan South Magazine tetap mengarah ke kolam CP-6. Namun, aktivitas penimbunan di area SHLP menyebabkan terjadinya pergeseran batas punggung pembagi air (*drainage divide*) di bagian tersebut.

Peninggian elevasi tanah akibat tumpukan material di SHLP memodifikasi bentuk lereng lokal. Hal ini membuat aliran air di area SHLP mengalami penyesuaian arah mengikuti bentuk timbunan baru, sehingga sebagian kecil alirannya terpisah dari jalur utama yang menuju kolam CP-6. Perubahan ini hanya terjadi terbatas di area penimbunan tersebut, sementara area sekitarnya tetap mengalir normal menuju kolam.

##### 2. Dampak terhadap Daerah Tangkapan Air (*Catchment Area*)

Perubahan topografi spesifik di bagian SHLP tersebut berdampak pada pengurangan luasan daerah tangkapan air. Area seluas 8,3 Ha di bagian tersebut tidak lagi terhitung masuk ke dalam tangkapan kolam CP-6 akibat pergeseran batas punggung tadi.

Berdasarkan data penelitian, hal ini menyebabkan total luasan daerah tangkapan air CP-6 (South Magazine) terkoreksi dari 87,5 Ha menjadi 79,2 Ha. Penurunan ini murni disebabkan oleh perubahan bentuk lahan di area SHLP.

#### 4.2.4 Analisis Perubahan Periode April - Juni 2025

Memasuki periode April - Juni, Pada (Gambar 4.3) perubahan topografi terpantau bergeser ke sektor Selatan, tepatnya di area sekitar kolam CP-6 (South Magazine). Perubahan ini menunjukkan adanya peralihan fokus aktivitas penambangan yang berdampak langsung terhadap karakteristik daerah tangkapan air di wilayah tersebut. Oleh karena itu, implikasi perubahan tersebut dapat diuraikan melalui beberapa aspek berikut

##### 1. Penyebab Perubahan (Pembentukan Lereng Luar)

Aktivitas penambangan di area ini melibatkan pembentukan geometri lereng luar (*outer slope*) baru. Perubahan elevasi pada akses jalan dan tanggul di sisi selatan menyebabkan modifikasi pada garis kontur yang sebelumnya mengarahkan air ke kolam pengendap CP-6 (*South Magazine*).

##### 2. Dampak Hidrologi (Pembelokan Aliran)

Modifikasi topografi tersebut mengakibatkan terjadinya pembelokan arah aliran permukaan. Limpasan air dari area seluas 8,3 Ha (selisih luas CP-6 periode Maret sebesar 87,5 Ha dengan Juni sebesar 79,2 Ha) terpisah dari sistem drainase utama. Air yang sebelumnya masuk ke CP-6 kini mengalir menjauhi kolam mengikuti kemiringan jalan tambang yang baru terbentuk.

##### 3. Implikasi Operasional

Penyusutan luasan tangkapan ini mengindikasikan bahwa beban hidrologis yang diterima CP-6 menjadi lebih ringan dibandingkan desain awal tahun. Hal ini memberikan faktor

keamanan (*safety factor*) lebih tinggi bagi kolam tersebut dalam menampung debit hujan, namun tetap memerlukan pemantauan pada area 8,3 Ha yang teralihkan tersebut untuk memastikan alirannya terkendali.

Pembelokan arah aliran akibat pembentukan lereng luar (*outer slope*) dan penimbunan material di area *Static Heap Leach Pad* (SHLP) menunjukkan betapa sensitifnya pola aliran permukaan terhadap rekayasa mikro-topografi. Meskipun beban hidrologis kolam CP-6 menjadi lebih ringan akibat berkurangnya luas tangkapan sebesar 8,3 Ha, area limpasan baru yang teralihkan ini memerlukan perhatian khusus. Hal ini sejalan dengan penelitian [Trijayanti et al. \(2022\)](#) dan [Shafira et al. \(2023\)](#), yang memperingatkan bahwa limpasan permukaan yang tidak terkendali pada lereng buatan dapat mempercepat laju erosi dan memicu ketidakstabilan lereng, terutama pada area material timbunan. Oleh karena itu, pembuatan saluran pengelak sementara (*diversion channel*) pada area seluas 8,3 Ha tersebut menjadi sangat krusial untuk mencegah terjadinya erosi alur (*gully erosion*) yang dapat membawa sedimen langsung ke luar area konsesi.

#### **4.2.5 Pola Aliran permukaan pada Periode Juli - September 2025**

Pada periode akhir penelitian di bulan Juli - September 2025, Pada (Gambar 4.4) aktivitas penambangan di area tersebut masih terus berlangsung (aktif). Oleh karena itu, kondisi hidrologi di kawasan ini bersifat dinamis mengikuti kemajuan tambang (*mine progress*) yang terjadi saat itu.

##### **1. Analisis Pola Aliran Operasional**

Karena area ini masih merupakan zona operasional aktif, pola aliran permukaan sepenuhnya dikendalikan oleh sistem drainase tambang yang ada. Air limpasan tidak mengalir secara alami, melainkan diarahkan mengikuti bukaan tambang dan jalan angkut yang sedang beroperasi.

Sistem paritan (*drainage ditch*) dan tanggul pengaman (*safety berm*) yang dibuat di sekitar area aktif berfungsi untuk mengarahkan air agar tetap berada dalam jalur pengelolaan yang diinginkan, baik menuju ke *sump* (untuk air tambang) maupun ke kolam pengendapan (untuk air limpasan luar).

##### **2. Kondisi Daerah Tangkapan Air (Catchment Area)**

Meskipun aktivitas fisik penambangan terus berjalan, pada bulan September ini tercatat tidak ada perubahan konfigurasi batas punggung bukit yang signifikan seperti yang terjadi di bulan Maret atau Juni.

Stagnasi luasan *catchment area* pada bulan September bukan berarti aktivitas tambang berhenti berdampak pada hidrologi, melainkan menunjukkan keberhasilan sementara dari sistem kontrol rekayasa air tambang (*water management control*). Temuan di lapangan menegaskan bahwa penggunaan analisis spasial terintegrasi (AutoCAD, MapInfo, dan Surpac) tidak bisa berdiri sendiri hanya dengan mengandalkan data kontur makro. Pemodelan ini terbukti harus selalu divalidasi dengan kondisi faktual di lapangan, mengingat struktur mikro buatan manusia seperti paritan jalan (*ditch*) dan tanggul pengaman (*safety berm*) sering kali memiliki pengaruh yang jauh lebih dominan dalam membelokkan arah aliran air dibandingkan kemiringan lereng alaminya. Hasil analisis spasial temporal ini membuktikan bahwa pengelolaan air tambang bukanlah parameter statis, melainkan proses dinamis yang membutuhkan pembaruan (*updating*) peta geometri setidaknya setiap kuartal seiring dengan laju kemajuan tambang (*mine progress*)

Data penelitian menunjukkan luasan daerah tangkapan air bertahan pada angka 106,9 Ha untuk CP-7 dan 79,2 Ha untuk CP-6. Hal ini menunjukkan bahwa pada fase operasional bulan September, batas-batas pembagi air (*catchment boundary*) masih mengikuti pola bentukan lahan yang terbentuk pasca perubahan di bulan Juni sebelumnya. Angka ini bersifat sementara dan dapat berubah kembali sewaktu-waktu jika operasional tambang meluas atau mengubah bentang alam lagi di masa depan.

## Conclusion

Berdasarkan hasil analisis spasial terintegrasi dan pembahasan mengenai dinamika temporal pola aliran permukaan di kawasan PT J Resources Bolaang Mongondow (periode Januari hingga September 2025), dapat ditarik kesimpulan yang lebih komprehensif sebagai berikut:

1. Transisi Karakteristik Pola Aliran Permukaan: Aktivitas penambangan secara langsung mengubah morfologi lahan (topografi) yang memicu pergeseran batas pembagi air (drainage divide), sehingga mentransformasi pola aliran permukaan dari sistem alami (dendritik) menjadi sistem hidrologi buatan. Pada area yang telah direklamasi seperti Pit Durian, pola aliran bersifat statis dan stabil. Namun, pada area operasional aktif, pola aliran bersifat sangat dinamis dan rentan berubah seiring dengan laju pengupasan maupun penimbunan material tambang.
2. Dinamika Perubahan Spasial di Sektor Utara (Periode Maret): Terjadi perubahan batas hidrologi yang drastis akibat aktivitas pemotongan punggung bukit di area Main Ridge. Hilangnya pembatas alami ini memutuskan jalur limpasan awal, sehingga air berbelok mengarah ke dalam cekungan lubang tambang (pit). Dampak langsung dari modifikasi topografi ini adalah penyusutan luasan daerah tangkapan air pada kolam lingkungan CP-7 (Jatap) sebesar 19,1 Ha (turun dari 126 Ha menjadi 106,9 Ha). Volume air yang teralihkan tersebut kini terakumulasi sepenuhnya ke dalam Pit Sump 03.
3. Perubahan Spasial di Sektor Selatan (Periode Juni): Perubahan pola aliran di sektor ini dipicu oleh aktivitas pembentukan lereng luar (outer slope) dan penimbunan material (dumping) di area Static Heap Leach Pad (SHLP). Peninggian elevasi lokal tersebut menggeser punggung pembagi air yang mengakibatkan aliran terarah ulang menjauhi kolam pengendapan utama. Hal ini memicu penyusutan luasan Catchment Area pada kolam CP-6 (South Magazine) sebesar 8,3 Ha (turun dari 87,5 Ha menjadi 79,2 Ha).
4. Signifikansi Fitur Mikro-Topografi dan Validasi Analisis Spasial: Arah limpasan air permukaan aktual di lapangan terbukti tidak hanya dikendalikan oleh elevasi dan kemiringan lereng makro, melainkan sangat didominasi oleh fitur struktur mikro buatan manusia. Rekayasa teknis seperti paritan jalan (ditch), tanggul pengaman (safety berm), serta penyesuaian kemiringan jalan angkut berfungsi sebagai pengarah air primer yang mampu mengunci rute aliran di area operasional. Oleh karena itu, penggunaan perangkat lunak penganalisis kontur (seperti Global Mapper atau Surpac) memiliki keterbatasan jika berdiri sendiri. Pemodelan tersebut wajib divalidasi dengan pengamatan langsung di lapangan menggunakan instrumen AutoCAD agar interpretasi rute limpasan selaras dengan kondisi aktual di lokasi tambang.

## Suggestion

The Suggestion contains a few simple sentences that answer the problem formulation or research objective presented in the beginning. The form of the sentence is not permitted to contain theories or formulas or statistical symbols. The writing systematics is aligned left-right and only the first line is indented into 7 letters using the usual Georgia font letter 11. No need to write suggestions or recommendations ([Riley, 2024](#)).

## References

- Amrin, D. A. (2024). *Estimasi sumberdaya terukur endapan nikel laterit menggunakan metode inverse distance weighted (IDW) di PT Baula Petra Buana, Sulawesi Tenggara* [Skripsi, Universitas Hasanuddin]. <https://repository.unhas.ac.id/id/eprint/41208/>

- Angelia, A. N., Wijaya, R. A. E., & Sujatono, S. (2021). Analisis kestabilan lereng dengan metode kinematik untuk mengetahui jenis longsor pada pit Mainridge-Campsite di PT J Resources Bolaang Mongondow. *KURVATEK*, *xx(x)*, 1–10. <http://repository.itny.ac.id/id/eprint/3715/1/BAB%20I.pdf>
- Antonio, T., Heriawan, M. N., Parnadi, W. W., Ardian, C. O., Amertho, S. D., & Lubis, I. A. (2020). Analisis Perubahan Geometri Bekas Lubang Bhm Pada Operasi Borehole Mining Di Wilayah Bekas Tambang Timah Aluvial Berdasarkan Data Geofisika. *Prosiding Temu Profesi Tahunan PERHAPI*, 31-42. <https://www.prosiding.perhapi.or.id/index.php/prosiding/article/view/134>
- Arief, R. H. N. M. Z. (2024, January). Pemetaan topografi dan geomorfologi area lahan basah yang bersinggungan dengan area tambang batuan di Desa Awang Bangkal Barat. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, *9(3)*, 224-229. <https://snllb.ulm.ac.id/prosiding/index.php/snllb-lit/article/view/1062>
- Atmajayani, R. D. (2022). Analisis kondisi lingkungan fisik dan sosial ekonomi di daerah aliran sungai Brantas akibat penambangan pasir. *BRILIANT: Jurnal Riset dan Konseptual*, *7(1)*, 241–252. <https://www.academia.edu/download/89728231/pdf.pdf>
- Cahyadi, T. A., & Dwinagara, B. (2020). Groundwater modeling applications in mining environments. *ReTII*, 208-214. <https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/2036>
- Cahyadi, T. A., & Setiawan, K. N. (2020). Overview prediksi aliran airtanah pada penambangan open pit. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XV (ReTII)*, 215–220.
- DISTRICT, T. B., & PROVINCE, S. K. (2024). Analisis kestabilan lereng tambang dengan aspek pemodelan air tanah pada Pit X, PT Jhonlin Baratama, Desa Serongga, Kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan. 4
- Fitrio, S., Cahyadi, T. A., & Dwinagara, B. (2020). Pengaplikasian pemodelan air tanah pada lingkungan pertambangan: Literatur review. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XV Tahun 2020 (ReTII)*, *15(15)*, 208-214.
- Gani, A., Rosdiana, R., & Ndibale, W. (2021). Analisis kualitas air pasca tambang emas di Desa Wumbubangka, Kecamatan Rarowatu, Kabupaten Bombana. *Jurnal TELUK: Teknik Lingkungan UM Kendari*, *1(2)*, 01-04. <https://journal.umkendari.ac.id/telukumkendari/article/view/502>
- Ilham, I. (2020). Optimalisasi pembelajaran secara daring selama masa COVID-19 oleh mahasiswa dalam peningkatan skill visualisasi 3D untuk mempersiapkan diri di industri pertambangan 4.0. *Prosiding Temu Profesi Tahunan PERHAPI*, 789-798. <https://www.prosiding.perhapi.or.id/index.php/prosiding/article/view/214/0>
- Lerong, M. A., Banunaek, N., & Rumbino, Y. (2023). Evaluasi produksi batugamping dan umur tambang berdasarkan kemajuan topografi penambangan dan produksi alat gali muat pada IPR Kelompok Masyarakat Suka Bersaudara Desa Batakte Kecamatan Kupang Barat Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Teknologi*, *17(1)*, 9-16. [https://ejournal.undana.ac.id/index.php/jurnal\\_teknologi/article/view/11330](https://ejournal.undana.ac.id/index.php/jurnal_teknologi/article/view/11330)
- Maghfiroh, A. (2025). *Analisis dampak pertumbuhan penduduk terhadap kepadatan permukiman di Kecamatan Ngampel Kabupaten Kendal menggunakan Sistem Informasi Geografis Tahun 2024* [Skripsi, Universitas IVET]. <https://eprint.ivet.ac.id/id/eprint/882/>
- Palayukan, D. (2023). *Perbandingan estimasi sumberdaya terukur endapan nikel laterit antara metode Inverse Distance Weighting dengan metode Ordinary kriging berdasarkan pengaruh panjang komposit kadar Ni (Studi Kasus: Hill X, PT Vale Indonesia Tbk, Sulawesi Selatan)* [Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin]. <https://repository.unhas.ac.id/id/eprint/29503/>
- Pratama, M. R., & Surur, F. (2021). Pengaruh aktivitas tambang galian C terhadap perubahan lingkungan fisik di Kecamatan Parangloe Kabupaten Gowa. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, *7(1)*, 13–23. <https://scholar.archive.org/work/oytxmjrczvdhgzg6dp5c7zw4jppq/access/wayback/http://jstl.unram.ac.id/index.php/jstl/article/download/200/pdf>

- Rauf, J., Arifin, Y. I., & Akase, N. (2024). Geomorfologi daerah tambang emas rakyat Juriya dan sekitarnya, Kecamatan Bilato, Kabupaten Gorontalo. *Journal of Applied Geoscience and Engineering*, 3(2), 136–149. <https://ejournal.ung.ac.id/index.php/jage/article/view/30322>
- Rianto, D. J. (2023). Interpretasi pemahaman kontur melalui hasil pemetaan dengan menggunakan surfer. *Madaniya*, 4(1), 216–228. <https://madaniya.biz.id/journals/contents/article/view/375>
- Salsabil, R., Wibowo, R. B., & Rahayu, R. (2024). Kerusakan ekosistem akibat penambangan pasir di kawasan Gunung Merapi Kabupaten Sleman, Yogyakarta. *Jurnal Ekologi, Masyarakat dan Sains*, 5(1), 122–129. <https://www.neliti.com/publications/579629/kerusakan-ekosistem-akibat-penambangan-pasir-di-kawasan-gunung-merapi-kabupaten>
- Saputra, D. E. (2024). *Pengaruh aktivitas tambang marmer terhadap kondisi hidrologi dan kualitas air tanah di Desa Kalabirang Kecamatan Minasate'ne Kabupaten Pangkep* [Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin]. <https://repository.unhas.ac.id/id/eprint/36631/>
- Shafira, Z. I., Lukito, H., Kristanto, W. A. D., & Nugroho, N. E. (2023). Evaluasi keberhasilan reklamasi tambang tanah liat (clay) Mliwang Timur PT X, Desa Mliwang, Kecamatan Kerek, Kabupaten Tuban, Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan SATU BUMI*, 5(1). <https://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/satubumi/article/view/11650>
- Suryadi, S., Baderan, D. W. K., & Lihawa, F. (2024). Studi kasus aktivitas pertambangan batuan terhadap kondisi lingkungan Sungai Bolango. *Jurnal Wilayah, Kota dan Lingkungan Berkelanjutan*, 3(2), 238–244. <https://ftuncen.com/index.php/JWIKAL/article/view/645>
- Sutrisno, H., Meilasari, F., & Ichwanudin, R. (2024). Kajian teknis sistem penyaliran pada penambangan batu granit di PT. Hansindo Mineral Persada. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, 15(2).
- Trijayanti, H., Cahyadi, T. A., & Ernawati, R. (2022). Aplikasi penggunaan metode finite difference dalam pemodelan air tanah pada kasus pertambangan: Literatur review. *Jurnal Himasapta*, 7(1), 21–26. <https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/jhs/article/view/5340>
- Yuniar, F. R., Siswoyo, H., & Irawan, D. E. (2022). Identifikasi pola aliran air tanah di wilayah sekitar aliran Sungai Jilu. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, 5(1), 1–8. <https://ejournal.uksw.edu/juses/article/view/5741>.