



## Evaluasi Keberhasilan Revegetasi Lahan Reklamasi Tambang Menggunakan Data Sentinel-2 dengan Metode NDVI dan Pengamatan Lapangan di PT. Bara Energi Lestari, Kabupaten Nagan Raya, Provinsi Aceh

Yoessi Oktarini<sup>1\*</sup>, Rahman Hakim<sup>1</sup>, Pocut Nurul Alam<sup>1</sup>, Dewi Sartika<sup>2</sup>, Yulianis<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Geologi, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

<sup>3</sup>Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara, Kementerian ESDM, Jakarta, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i2.1942>

### Article Info:

Received : 29 April 2026  
Revised : 13 Mei 2026  
Accepted : 19 Mei 2026  
Published : 22 Mei 2026

### Correspondence:

Yoessi Oktarini

Phone: +6282211614197

**Abstract:** Reclamation of former coal mining land is an obligation for mining companies to restore environmental conditions that have been disturbed due to mining activities. PT Bara Energi Lestari has carried reclamation and revegetation efforts in its former mining areas. The use of satellite imagery or remote sensing plays an important role in evaluating reclamation and revegetation activities. Satellite imagery greatly facilitates the evaluation process, particularly in analyzing land cover, improving time efficiency, and providing diverse visual data. Therefore, this study aims to evaluate the progress of revegetation in the reclamation areas of PT Bara Energi Lestari during the third reclamation period (2020–2024) and to assess the success of revegetation efforts through the analysis of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). The study utilized NDVI data derived from Sentinel-2 imagery acquired from 2020 to 2024, which were spatially analyzed to examine changes in revegetation levels within the reclamation areas over the study period. The results of the analysis show that the revegetation efforts carried out in the reclamation areas of PT Bara Energi Lestari during the 2020–2024 period, which initially planned a reclamation area of 46.31 hectares, were ultimately realized on a reduced area of 43.91 hectares. Based on the analysis, the reclamation area from 2020 showed a vegetation cover of 98%, the 2021 area had 99%, the 2022 area had 89%, while the 2023 area dropped to 16%, and the 2024 area had only 9% vegetation cover.

**Keywords:** Reclamation; Revegetation; Mining; Sentinel-2; NDVI.

**Citation:** Oktarini, Y., Hakim, R., Alam, P. N., Sartika, D., & Yulianis. (2026). Evaluasi Keberhasilan Revegetasi Lahan Reklamasi Tambang Menggunakan Data Sentinel-2 dengan Metode NDVI dan Pengamatan Lapangan di PT. Bara Energi Lestari, Kabupaten Nagan Raya, Provinsi Aceh. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(2), 1725–1732. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i2.1942>

### Pendahuluan

Reklamasi merupakan upaya pemulihan lahan yang mengalami kerusakan akibat kegiatan pertambangan agar dapat kembali berfungsi sesuai dengan peruntukannya secara ekologis maupun ekonomis berdasarkan prinsip pembangunan berkelanjutan. Kegiatan ini bertujuan untuk membentuk kembali ekosistem yang stabil dan produktif, bahkan diharapkan mampu memberikan kualitas lingkungan yang lebih baik dibandingkan kondisi sebelumnya. Pelaksanaan reklamasi sebaiknya dilakukan secara

bertahap bersamaan dengan aktivitas penambangan, tanpa menunggu seluruh proses penambangan selesai dilaksanakan (Oktorina, 2018). Untuk mengetahui tingkat keberhasilan reklamasi, diperlukan proses evaluasi yang terukur. Oleh sebab itu, setiap perusahaan pertambangan diwajibkan memiliki Standar Operasional Prosedur (SOP) penilaian keberhasilan reklamasi yang mengacu pada regulasi, salah satunya Kepmen ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Email: [yoessi@usk.ac.id](mailto:yoessi@usk.ac.id)

Republik Indonesia, 2018). Salah satu tahapan penting dalam reklamasi lahan bekas tambang adalah revegetasi. Revegetasi bertujuan mengembalikan fungsi ekologis lahan melalui pembentukan kembali tutupan vegetasi pada area yang terganggu akibat aktivitas penambangan. Keberhasilan revegetasi dipengaruhi oleh kondisi media tanam, jenis tanaman, teknik penanaman, dan pemeliharaan tanaman pada area reklamasi.

Program revegetasi harus difokuskan pada pemulihan kondisi lingkungan sesuai karakteristik ekosistem awal agar fungsi ekologis lahan dapat kembali berjalan secara optimal (Iskandar et al., 2016). Parameter keberhasilan revegetasi umumnya meliputi persentase tumbuh tanaman, tingkat kerapatan vegetasi, perkembangan tutupan lahan, serta kondisi kesehatan tanaman sesuai indikator penilaian reklamasi yang tercantum dalam Kepmen ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018. Namun demikian, pada beberapa area pascatambang masih ditemukan permasalahan berupa pertumbuhan vegetasi yang tidak merata, rendahnya tingkat kerapatan tajuk tanaman, dan belum optimalnya pemantauan perkembangan revegetasi secara berkala (Setyowati et al., 2019).

PT Bara Energi Lestari (BEL) merupakan salah satu perusahaan pertambangan batubara di Provinsi Aceh yang telah beroperasi sejak tahun 2012 dan melaksanakan kegiatan reklamasi secara bertahap pada area pascatambang, termasuk area disposal selatan. Berdasarkan dokumen rencana reklamasi PT BEL periode ke-3 yaitu pada tahun 2020 sampai 2024, kegiatan reklamasi direncanakan pada area bekas penambangan PIT 4 dengan total luas mencapai 46,31 Ha dan telah direvegetasi sejak tahun 2020 dengan jenis tanaman dominan sengon dan trembesi. Area disposal selatan dipilih sebagai lokasi penelitian karena merupakan salah satu area yang telah direvegetasi dan menunjukkan perkembangan tutupan vegetasi dari tahun ke tahun sehingga perlu dilakukan evaluasi terhadap tingkat keberhasilan revegetasi. Namun, evaluasi kondisi vegetasi pada area tersebut masih didominasi melalui pengamatan lapangan sehingga informasi mengenai perubahan tingkat kehijauan, kerapatan vegetasi, dan keberhasilan revegetasi secara spasial maupun temporal masih terbatas.

Evaluasi keberhasilan revegetasi secara konvensional melalui survei lapangan memerlukan waktu, biaya, dan tenaga yang relatif besar, terutama pada area tambang yang luas. Selain itu, metode tersebut memiliki keterbatasan dalam memantau dinamika perubahan vegetasi secara berkala dan menyeluruh. Oleh karena itu, diperlukan metode alternatif yang mampu memberikan informasi cepat, efektif, dan akurat dalam memantau perkembangan revegetasi pada lahan reklamasi.

Teknologi penginderaan jauh menjadi salah satu metode yang banyak digunakan dalam pemantauan kondisi lingkungan dan perubahan tutupan lahan. Penginderaan jauh merupakan ilmu dan teknik untuk memperoleh informasi mengenai objek atau fenomena di permukaan bumi tanpa kontak langsung melalui pemanfaatan sensor pada wahana tertentu seperti satelit dan pesawat udara (Campbell & Wynne, 2019). Dalam bidang pertambangan, teknologi ini dapat dimanfaatkan untuk memantau perkembangan reklamasi dan perubahan vegetasi secara berkala melalui analisis citra satelit multitemporal.

Salah satu metode analisis penginderaan jauh yang umum digunakan untuk memantau kondisi vegetasi adalah *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). NDVI dipilih dalam penelitian ini karena memiliki metode perhitungan yang sederhana, efektif, dan banyak digunakan dalam pemantauan vegetasi pada lahan reklamasi maupun analisis perubahan tutupan lahan. Selain itu, NDVI mampu menggambarkan tingkat kehijauan dan kerapatan vegetasi berdasarkan perbedaan nilai reflektansi spektrum merah dan inframerah dekat (Huang et al., 2021). Dibandingkan indeks vegetasi lainnya, NDVI lebih banyak digunakan karena kemudahannya dalam interpretasi serta sensitivitasnya terhadap perubahan kondisi vegetasi. Nilai NDVI dapat menunjukkan kondisi kesehatan vegetasi, tingkat pertumbuhan tanaman, serta perubahan tutupan lahan dari waktu ke waktu (USGS, 2023). Semakin tinggi nilai NDVI menunjukkan kondisi vegetasi yang semakin rapat dan sehat sehingga dapat digunakan sebagai indikator keberhasilan revegetasi pada lahan reklamasi (Setyowati et al., 2019). Dalam konteks reklamasi tambang, analisis NDVI dapat mendukung penilaian parameter revegetasi berdasarkan Kepmen ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018, khususnya terkait perkembangan tutupan vegetasi dan tingkat kerapatan tanaman pada area reklamasi.

Penggunaan citra Sentinel-2 mendukung analisis NDVI karena memiliki resolusi spasial 10 meter, resolusi temporal 5 hari, serta kemampuan merekam spektrum inframerah dekat yang baik sehingga mampu memberikan informasi vegetasi secara lebih detail dan kontinu dibandingkan citra resolusi menengah lainnya (Vuolo et al., 2018; Phiri et al., 2020). Keunggulan tersebut memungkinkan pemantauan dinamika vegetasi pada area reklamasi dilakukan secara multitemporal dan lebih akurat, terutama untuk mengidentifikasi perubahan tingkat kehijauan vegetasi pada area disposal tambang (Andini et al., 2018).

Indeks vegetasi merupakan parameter penting dalam analisis penginderaan jauh untuk menggambarkan kondisi biosfer terestrial secara kuantitatif. Penggunaan indeks vegetasi dapat

membantu dalam mengevaluasi perubahan kondisi lingkungan, tingkat produktivitas vegetasi, serta dinamika tutupan lahan pada berbagai ekosistem (Camps-Valls et al., 2021).

Beberapa penelitian sebelumnya telah memanfaatkan Metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) untuk analisis vegetasi pada lahan pascatambang. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada identifikasi tutupan vegetasi secara umum dan belum mengintegrasikan hasil analisis NDVI dengan kondisi aktual lahan berdasarkan pengamatan lapangan. Selain itu, penelitian terkait evaluasi revegetasi menggunakan citra Sentinel-2 multitemporal pada area disposal tambang batubara di Provinsi Aceh masih terbatas. Oleh karena itu, keterbaruan penelitian ini terletak pada integrasi analisis NDVI multitemporal berbasis citra Sentinel-2 dengan kondisi lahan hasil observasi lapangan, sehingga menghasilkan pendekatan evaluasi revegetasi yang lebih kuantitatif, spasial, dan representatif terhadap kondisi aktual di lapangan.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana perubahan tingkat kehijauan vegetasi pada area disposal selatan PT BEL berdasarkan analisis NDVI multitemporal serta bagaimana kondisi keberhasilan revegetasi pada area tersebut berdasarkan hasil analisis NDVI dan pengamatan kondisi lahan di lapangan. Penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan nilai NDVI pada area disposal selatan seiring bertambahnya umur revegetasi, yang mengindikasikan peningkatan kerapatan dan kondisi vegetasi sehingga mencerminkan perkembangan keberhasilan revegetasi pada lahan reklamasi.

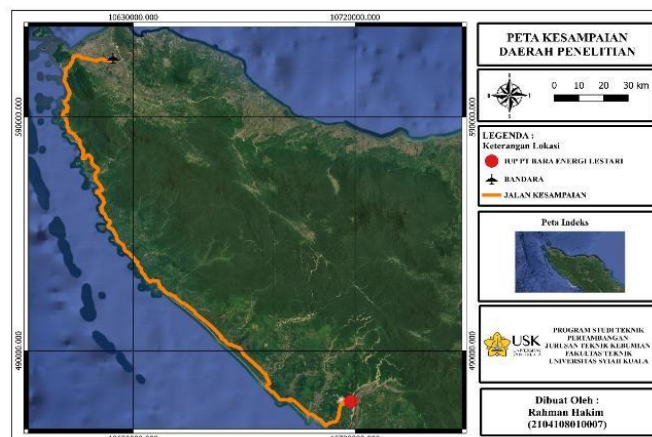
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tingkat kehijauan vegetasi menggunakan metode NDVI berbasis citra Sentinel-2 multitemporal serta mengevaluasi keberhasilan revegetasi pada area disposal selatan berdasarkan hasil analisis NDVI dan kondisi lahan hasil pengamatan lapangan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi bagi perusahaan dalam pengelolaan reklamasi pascatambang, mendukung kegiatan monitoring revegetasi secara lebih efektif dan efisien, serta memberikan kontribusi ilmiah terkait pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dalam pemantauan reklamasi tambang secara berkelanjutan.

## Metode

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT BEL yang berada di Gampong Seumambek, Kecamatan Suka Makmue, Kabupaten Nagan Raya, Provinsi Aceh. Perjalanan menuju IUP PT BEL dapat ditempuh menggunakan mobil atau sepeda motor dengan waktu kurang lebih 6 (enam) jam dari

bandara Internasional Sultan Iskandar Muda Banda Aceh, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

### Data Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh langsung dari lapangan, yang meliputi: data jenis tanaman revegetasi, data ketinggian tanaman, data keliling lapangan, dokumentasi lapangan beserta lahannya, dan data jumlah tanaman (10x10) di beberapa titik sampel. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari PT BEL yang meliputi: data rencana reklamasi perusahaan, data realisasi hasil pelaksanaan reklamasi perusahaan, data tanaman yang digunakan untuk kegiatan reklamasi dan peta daerah reklamasi.

## Hasil dan Diskusi

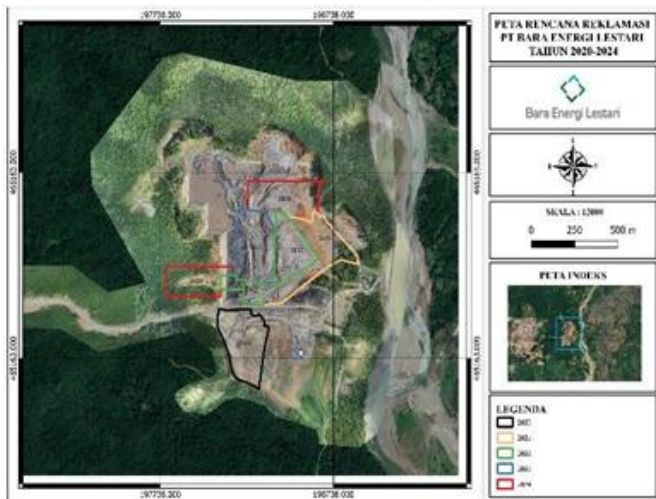
### Pelaksanaan Reklamasi Periode 3 Tahun (2020-2024)

PT BEL merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batubara yang berkomitmen terhadap praktik pertambangan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Komitmen tersebut diwujudkan melalui pelaksanaan reklamasi lahan bekas tambang yang telah direncanakan pada periode 3 yaitu dari tahun 2020 sampai 2024.

### Lokasi Reklamasi

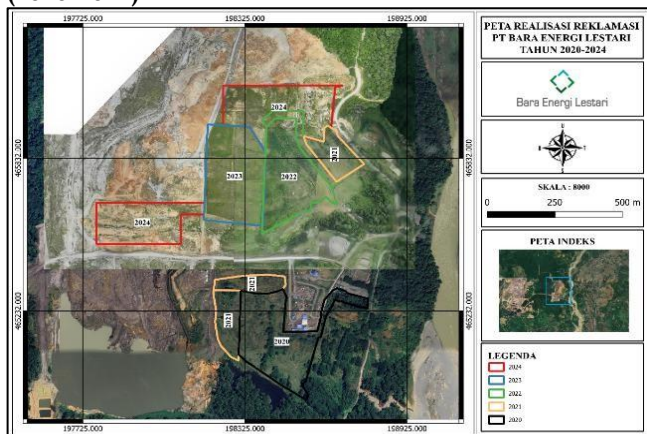
#### Lokasi Rencana Lahan reklamasi Periode 3 Tahun (2020-2024)

Berdasarkan dokumen rencana reklamasi PT BEL untuk periode 3 tahun (2020 - 2024), lokasi reklamasi menurut dokumen rencana berada di area bekas penambangan PIT 4 dengan total luas mencapai 46,31 Ha. Rencana pembagian lahan reklamasi yang dilakukan oleh PT BEL dari tahun 2020 sampai dengan tahun 2024 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Dokumen Peta Rencana Reklamasi PT Bara Energi Lestari

Lokasi Realisasi Lahan Reklamasi Periode 3 Tahun (2020-2024)



Gambar 3. Dokumen Peta Realisasi Reklamasi PT Bara Energi Lestari

Berdasarkan dokumen realisasi reklamasi PT BEL untuk periode 3 tahun (2020–2024), lokasi reklamasi menurut dokumen realisasi berada di area bekas penambangan PIT 4 dengan total luas mencapai 43,91 Ha dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 1. Luas Lahan Realisasi Reklamasi

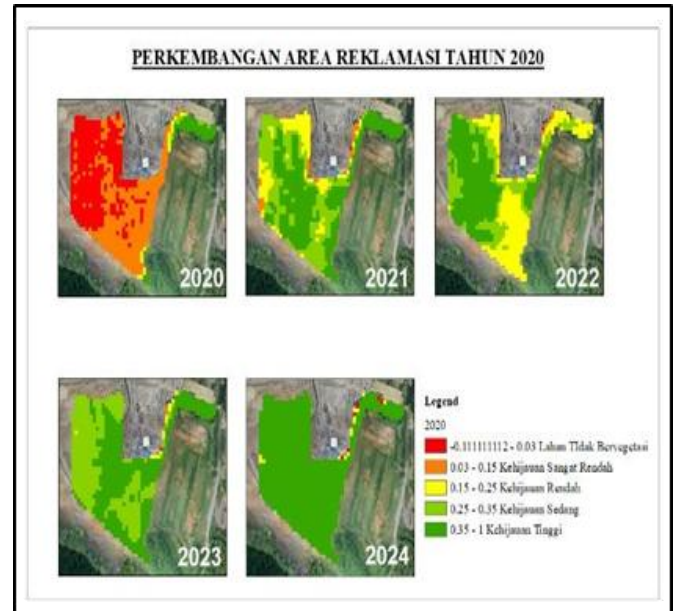
No	Tahun	PIT	Rencana	Realisasi	Persentase
1	2020	PIT 4	8,50	8,54	+ 0,04%
2	2021	PIT 4	8,64	5,92	- 2,72%
3	2022	PIT 4	8,13	8,26	+ 1,13%
4	2023	PIT 4	8,05	8,2	+ 0,15%
5	2024	PIT 4	12,99	12,99	=

Pada area reklamasi tahun 2020 terjadi perluasan lahan reklamasi sekitar 0,04%, kemudian di area reklamasi tahun 2021 terjadi pengecilan area lahan

reklamasi sekitar 2,72%, untuk area reklamsi tahun 2022 dan tahun 2023 terjadi perluasan area reklamasi sebesar 0,13% dan 0,15% dapat dilihat pada Tabel 1. Selanjutnya pada tahun 2024, area reklamasi tetap sesuai dengan yang direncanakan di dokumen rencana reklamasi.

Analisis Perubahan NDVI

Pembahasan Peta NDVI Area Reklamasi Tahun 2020



Gambar 4. Peta Perkembangan Area Reklamasi Tahun 2020

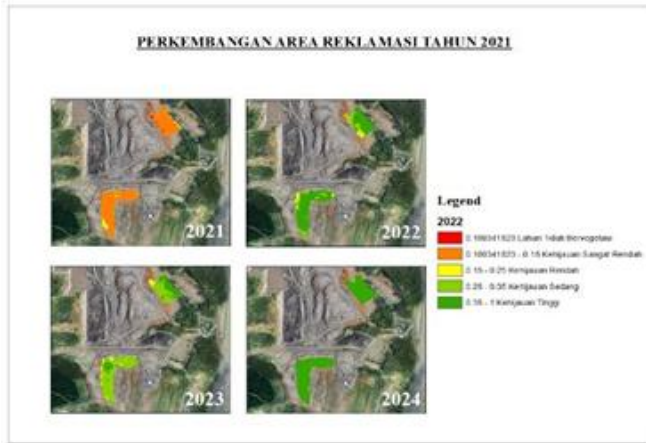
Pembahasan Peta NDVI Area Reklamasi Tahun 2020 Peta NDVI menunjukkan peningkatan tingkat kehijauan area reklamasi PT BEL dari 2020 hingga 2024 dapat dilihat pada Gambar 4. Pada tahun 2020 didominasi oleh lahan tanpa vegetasi dan kehijauan sangat rendah, menandakan awal proses reklamasi.

Seiring waktu, nilai NDVI meningkat, dengan area mulai memasuki kategori kehijauan rendah hingga sedang pada 2021 dan meningkat ke kehijauan sedang hingga tinggi pada 2022– 2023. Pada 2024, hampir seluruh area mencapai kehijauan tinggi, mencerminkan keberhasilan reklamasi. Detail perubahan NDVI disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perkembangan NDVI Tahun 2020

	Perkembangan NDVI Tahun 2020 (Ha)				
	2020	2021	2022	2023	2024
Lahan Tidak Bervegetasi	3,88	0,01	0,01	0,01	0,06
Kehijauan Sangat Rendah	3,87	0,26	0,07	0,03	0
Kehijauan Rendah	0,19	1,31	2,69	0,13	0,14
Kehijauan Sedang	0,11	2,93	2,10	3,96	0
Kehijauan Tinggi	0,53	4,05	3,69	4,43	8,36

**Pembahasan Peta NDVI Area Reklamasi Tahun 2021**



**Gambar 5.** Peta Perkembangan Area Reklamasi Tahun 2021

Peta NDVI menunjukkan bahwa pada tahun 2021, area reklamasi didominasi oleh lahan tanpa vegetasi dan kehijauan sangat rendah (nilai NDVI  $\leq 0,15$ ), mencerminkan tahap awal reklamasi dapat dilihat pada Gambar 5.

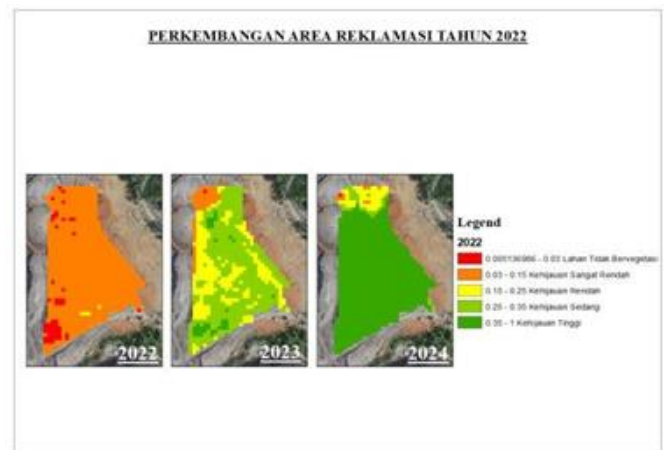
Tahun 2022 mulai menunjukkan pertumbuhan vegetasi dengan munculnya kehijauan rendah hingga sedang dan terus berlanjut pada tahun 2023, dimana sebagian besar area mencapai kategori kehijauan sedang hingga tinggi. Pada 2024, hampir seluruh area telah masuk kategori kehijauan tinggi (NDVI  $> 0,35$ ), menandakan keberhasilan reklamasi dalam memulihkan tutupan vegetasi. Perkembangan lengkap disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Perkembangan NDVI Tahun 2021

	Perkembangan NDVI Tahun 2021 (Ha)			
	2021	2022	2023	2024
Lahan Tidak Bervegetasi	0,07	0,01	0,01	0,01
Kehijauan Sangat Rendah	5,53	0,03	0,10	0,00
Kehijauan Rendah	0,31	0,34	0,42	0,00
Kehijauan Sedang	0,01	1,09	3,99	0,05
Kehijauan Tinggi	0,01	0,00	0,00	5,86

**Pembahasan Peta NDVI Area Reklamasi Tahun 2022**

Peta NDVI tahun 2022 menunjukkan dominasi lahan tanpa vegetasi dan kehijauan sangat rendah, menandakan awal proses reklamasi. Pada 2023, terjadi peningkatan tutupan vegetasi pada kategori kehijauan rendah hingga sedang. Tahun 2024 menunjukkan kemajuan signifikan dengan hampir seluruh area mencapai kehijauan tinggi, mencerminkan keberhasilan reklamasi dalam dua tahun terakhir yang dapat dilihat pada Gambar 6.

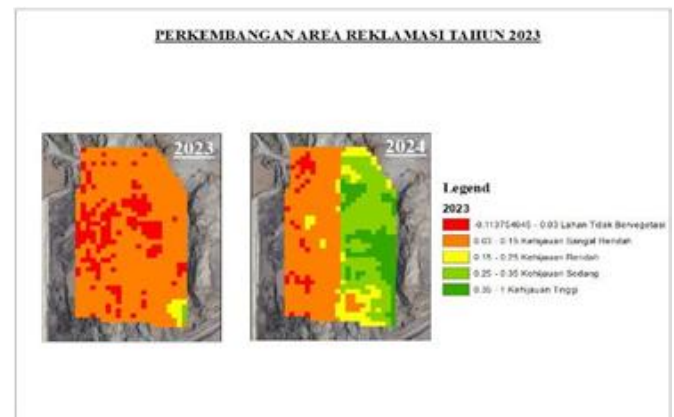


**Gambar 6.** Peta Perkembangan Area Reklamasi Tahun 2022  
Perkembangan lengkap disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Perkembangan NDVI Tahun 2022

	Perkembangan NDVI Tahun 2022 (Ha)		
	2022	2023	2024
Lahan Tidak Bervegetasi	0,53	0,01	0,01
Kehijauan Sangat Rendah	7,69	0,57	0,09
Kehijauan Rendah	0,04	2,49	0,53
Kehijauan Sedang	0	4,87	0,31
Kehijauan Tinggi	0	0,31	7,32

**Pembahasan Peta NDVI Area Reklamasi Tahun 2023**



**Gambar 7.** Peta Perkembangan Area Reklamasi Tahun 2023

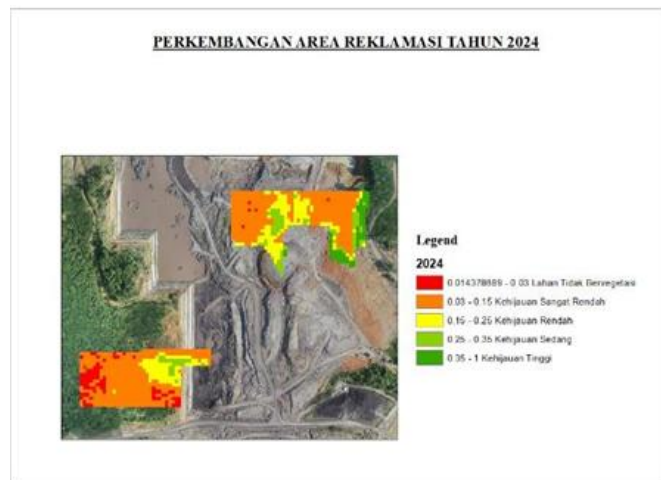
Peta NDVI menunjukkan peningkatan signifikan dari 2023 dapat dilihat pada Gambar 7. Pada 2023, area reklamasi didominasi oleh lahan tanpa vegetasi, menandakan tahap awal revegetasi. Tahun 2024 menunjukkan perubahan drastis, dengan sebagian besar area masuk kategori kehijauan rendah hingga tinggi. Perubahan ini mencerminkan keberhasilan awal reklamasi dalam mempercepat pertumbuhan vegetasi

dan memulihkan lahan secara efektif. Perkembangan lengkap disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Perkembangan NDVI Tahun 2023

	Perkembangan NDVI Tahun 2023 (Ha)	
	2023	2024
Lahan Tidak Bervegetasi	1,59	0,36
Kehijauan Sangat Rendah	6,24	3,65
Kehijauan Rendah	0,13	0,80
Kehijauan Sedang	0,04	2,11
Kehijauan Tinggi	0	1,08

**Pembahasan Peta NDVI Area Reklamasi Tahun 2024**



**Gambar 8.** Peta Perkembangan Area Reklamasi Tahun 2024

Peta NDVI tahun 2024 menunjukkan perkembangan vegetasi yang bervariasi di dua blok reklamasi area atas dan bawah mulai menunjukkan pertumbuhan vegetasi, meski sebagian besar masih didominasi lahan tanpa vegetasi hingga kehijauan rendah. Zona hijau muda hingga tua mulai muncul, terutama di tepi area, menandakan keberhasilan lokal. Sebaran vegetasi yang belum merata menunjukkan perlunya peningkatan strategi reklamasi agar hasil lebih optimal dan menyeluruh dapat dilihat pada Gambar 8. Perkembangan lengkap disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Perkembangan NDVI Tahun 2024

	Perkembangan NDVI Tahun 2024 (Ha)	
	2023	2024
Lahan Tidak Bervegetasi	0,88	0,88
Kehijauan Sangat Rendah	7,27	7,27
Kehijauan Rendah	2,18	2,18
Kehijauan Sedang	1,03	1,03
Kehijauan Tinggi	0,66	0,66

**Pembuktian Lapangan Tahun 2025 dan Peta NDVI Tahun 2024**

**Area Reklamasi Tahun 2020**

Secara umum, area reklamasi tahun 2020 menunjukkan pertumbuhan vegetasi yang cukup lebat pada tahun 2025, dengan sekitar 8,50 Ha lahan sudah terevegetasi dapat dilihat pada Gambar 9. Hasil pemantauan lapangan memperlihatkan tanaman tumbuh sehat, seperti sengon buto yang mencapai tinggi 8–11 m. Namun, di beberapa titik masih ditemukan tanaman yang tumbuh lambat atau gagal akibat serangan hama dan kondisi pH tanah yang kurang sesuai.



**Gambar 9.** Kondisi Lahan Area Reklamasi Tahun 2020

**Area Reklamasi Tahun 2021**

Secara umum berdasarkan hasil NDVI pada lahan revegetasi pada tahun 2021 menunjukkan bahwasanya lahan yang telah di revegetasi dengan tinggi sekitar 5,91 Ha dari 5,92 Ha dengan persentase keberhasilan revegetasi 99%, dibuktikan dengan hasil pemantauan lapangan didapatkan kondisi tanaman pada area tersebut yang telah menunjukkan pertumbuhan yang sehat dan berkembang selama 4 tahun, jenis vegetasi (*fast growing plants*) yang di tanam di area tersebut adalah sengon buto dan trembesi yang rata-rata ketinggian nya sudah mencapai 8 hingga 10 meter dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Kondisi Lahan Area Reklamasi Tahun 2021

**Area Reklamasi Tahun 2022**

Pada tahun 2022, area reklamasi tahun 2022 menunjukkan pertumbuhan vegetasi yang cukup baik, dengan sekitar 8,16 Ha dari total 8,26 Ha berhasil terevegetasi berdasarkan data NDVI. Pemantauan lapangan mendukung temuan ini, dengan tanaman sengon buto tumbuh sehat dan mencapai tinggi 5–6 meter. Meski begitu, beberapa area masih mengalami hambatan pertumbuhan akibat gangguan hewan seperti kerbau dan sapi, serta kondisi pH tanah yang kurang sesuai dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Kondisi Lahan Area Reklamasi Tahun 2022

**Area Reklamasi Tahun 2023**

Hasil NDVI tahun 2023 menunjukkan bahwa dari total 8,02 Ha lahan reklamasi, sekitar 3,99 Ha telah berhasil terevegetasi. Area timur masih kurang vegetasinya karena proses revegetasi dimulai dari bagian barat. Pemantauan lapangan menunjukkan tanaman di timur didominasi sengon buto dengan tinggi 1–3 m, sedangkan di barat terdapat tanaman lokal seperti sawit serta buah-buahan seperti mangga dan jambu dengan tinggi 0,5–1,5 m dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Kondisi Lahan Area Reklamasi Tahun 2023

**Area Reklamasi Tahun 2024**



Gambar 13. Kondisi Lahan Area Reklamasi Tahun 2024

Secara umum pada area reklamasi tahun 2024 di tahun 2025 masih dalam proses pertumbuhan dan masih

menandakan vegetasi yang sangat sedikit di lahan tersebut dengan jumlah lahan yang sudah tervegetasi sebesar 3,87 Ha dari 12,99 Ha dan masih banyak area tersebut yang masih belum tervegetasi dengan baik.

Dibuktikan dengan hasil pemantauan lapangan didapatkan pada beberapa area dengan tahun penanaman 2024 menunjukkan masih dalam proses penanaman dan juga penumbuhan seperti terlihat pada Gambar 13 yang ketinggian tanaman tersebut rata-rata masih kurang dari 1 meter, vegetasi yang di tanami pada area tersebut adalah sengon buto, sengon laut, dan trembesi (*fast growing plants*).

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis NDVI dan pengamatan di lapangan, revegetasi lahan reklamasi periode 3 PT Bara Energi Lestari tahun 2020–2024 menunjukkan perkembangan yang baik seiring bertambahnya umur revegetasi. Area reklamasi tahun 2020–2022 memiliki nilai NDVI tinggi dengan kondisi vegetasi yang tumbuh sehat dan rapat, dimana pada tahun 2025 tingkat tutupan vegetasi mencapai 98%, 99% dan 89%. Sementara itu, area reklamasi tahun 2023–2024 masih menunjukkan nilai NDVI rendah hingga sedang karena vegetasi masih berada pada tahap awal pertumbuhan dan belum merata.

Sebagai saran, penelitian selanjutnya dapat mengembangkan metode pengolahan citra satelit, menggunakan data tambahan seperti drone dan fotogrametri, serta mempertimbangkan aspek biaya dan parameter evaluasi reklamasi yang lebih beragam.

## Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada PT BEL serta seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan kontribusi sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

## Referensi

- Andini, S. W., Prasetyo, Y., & Sukmono, A. (2018). Analisis sebaran vegetasi dengan citra satelit Sentinel menggunakan metode NDVI dan segmentasi (Studi kasus: Kabupaten Demak). *Jurnal Geodesi Undip*, 7(1), 14–24.
- Camps-Valls, G., Campos-Taberner, M., Moreno-Martínez, Á., Walther, S., Duveiller, G., Cescatti, A., Mahecha, M. D., Muñoz-Marí, J., García-Haro, F. J., & Running, S. W. (2021). A unified vegetation index for quantifying the terrestrial biosphere. *Science Advances*, 7(9), eabc7447. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abc7447>
- Campbell, J. B., & Wynne, R. H. (2019). *Introduction to remote sensing* (6th ed.). Guilford Press.
- Huang, S., Tang, L., Hupy, J. P., Wang, Y., & Shao, G. (2021). A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. *Journal of Forestry Research*, 32(1), 1–6. <https://doi.org/10.1007/s11676-020-01155-1>
- Iskandar, B., Budi, S. W., Baskoro, D. P. T., Suryaningtyas, D. T., & Ghozali, I. (2016). Petunjuk teknis pemulihan kerusakan lahan akses terbuka akibat kegiatan pertambangan. Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2018). Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827 K/30/MEM/2018 tentang pedoman pelaksanaan kaidah teknik pertambangan yang baik.
- Oktorina, S. (2018). Evaluasi keberhasilan reklamasi lahan bekas tambang berdasarkan aspek revegetasi dan penataan lahan. *Jurnal Geosains dan Teknologi*, 1(2), 87–95.
- Phiri, D., Simwanda, M., Salekin, S., Nyirenda, V. R., Murayama, Y., & Ranagalage, M. (2020). Sentinel-2 data for land cover/use mapping: A review. *Remote Sensing*, 12(14), 2291. <https://doi.org/10.3390/rs12142291>
- Rahman, M. A., Rakhman, C. U., & Wijaya, A. P. (2022). Monitoring keberhasilan reklamasi tambang menggunakan citra satelit multitemporal dan indeks vegetasi. *Jurnal Geodesi Undip*, 11(1), 52–61.
- Setyowati, D. L., Sari, R. P., & Nugroho, S. P. (2019). Evaluasi keberhasilan revegetasi pada lahan pascatambang batubara berdasarkan karakteristik vegetasi. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 9(3), 741–750. <https://doi.org/10.29244/jpsl.9.3.741-750>
- U.S. Geological Survey. (2023). Landsat normalized difference vegetation index (NDVI). U.S. Department of the Interior. <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-normalized-difference-vegetation-index>
- Vuolo, F., Neuwirth, M., Immitzer, M., Atzberger, C., & Ng, W.-T. (2018). How much does multi-temporal Sentinel-2 data improve crop type classification? *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 72, 122–130. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.06.007>
- Weier, J., & Herring, D. (n.d.). Measuring vegetation (NDVI & EVI). NASA Earth Observatory. Retrieved May 15, 2026, from <https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation>