

**EVALUASI REHABILITASI LAHAN KRITIS BERDASARKAN
TREND NDVI LANDSAT-8
(Studi Kasus: DAS Serayu Hulu)**

**(EVALUATION OF CRITICAL LAND REHABILITATION BASED ON
LANDSAT-8 NDVI TREND
(Case Study: Upstream of Serayu Watershed)**

Tatik Kartika^{1,a}, Dede Dirgahayu^{1,a}, Inggil Lolita Sari^{2,a}, I Made Parsa^{1,a}, Ita Carolita^{1,a}

¹Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN

²Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, LAPAN

^aKontributor utama

E-mail: tatikkartika@yahoo.com

Diterima: 4 Desember 2018; Direvisi: 19 November 2019; Disetujui: 19 November 2019

ABSTRACT

The use of remote sensing in vegetation monitoring has been widely applied, including vegetation density monitoring. However, the use to evaluate rehabilitation program on critical land is still limited. Evaluation of forest cover and land rehabilitation activities become important due to the increase of critical land. The current method to evaluate the land condition is conducted by ground check at the rehabilitation site held at the end of the year after the initial implementation of the rehabilitation program until the third year. This method requires a lot of time, labour, and money. Based on the standard regulation to evaluate the rehabilitation program, the program is successful if 90% the new vegetation planted can grows until the third year. Therefore, this research uses an effective and efficient method for evaluating land rehabilitation programs using remote sensing data by understanding vegetation conditions and their densities using multi-temporal analysis for large areas. A multi-temporal Landsat-8 images from 2015-2018 will be used to analyze the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) trend in the time-based sequence method using spatial analysis. The results show that the non-forest area in Serayu Hulu Watershed consist of non-critical land, moderate critical land, critical land, and severe critical land. According to the ground check and NDVI trend analysis, the rehabilitation in non-critical land of the non-forest area was generally unsuccessful due to the area rehabilitation plant were harvested before the rehabilitation evaluation time ended. On the otherhand, on critical land; moderate critical land; and severe critical land of the non-forest area, the success of rehabilitation program was indicated by the achievement of the NDVI threshold value at 0.4660; 0.4947. 0.4916, respectively.

Keywords: *remote sensing, rehabilitation, critical land, Landsat-8*

ABSTRAK

Pemanfaatan penginderaan jauh dalam memantau vegetasi sudah banyak dilakukan, termasuk monitoring kerapatan vegetasi. Tetapi, pemanfaatannya untuk mengevaluasi rehabilitasi di lahan kritis masih sangat terbatas. Kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan menjadi penting dengan meningkatnya lahan kritis. Metode evaluasi saat ini dilakukan dengan mendatangi lokasi rehabilitasi secara langsung untuk memantau pertumbuhan tanaman pada setiap akhir tahun setelah awal tanam, sampai akhir tahun ketiga. Metode ini memakan waktu, tenaga, dan biaya yang mahal. Berdasarkan peraturan dan standar rehabilitasi untuk mengevaluasi program, keberhasilan program tercapai apabila 90% vegetasi yang ditanam bisa tumbuh sampai akhir tahun ketiga. Pada penelitian ini, evaluasi kegiatan rehabilitasi lahan dapat dilakukan secara efektif dan efisien dengan memanfaatkan data penginderaan jauh dengan memahami kondisi vegetasi atau kerapatannya menggunakan analisis multi-temporal dengan cakupan luas. Data penginderaan jauh yang digunakan adalah Landsat-8 tahun 2015-2018 dengan menganalisis *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dari waktu ke waktu berbasis analisis spasial. Hasilnya adalah bahwa kawasan Area Penggunaan Lain (APL) di DAS Serayu Hulu terdapat lokasi rehabilitasi di lahan tidak kritis (TK), agak kritis (AK), kritis (K), dan sangat kritis (SK). Berdasarkan hasil survei lapangan dan analisis trend NDVI, rehabilitasi pada APL di lahan TK (APL_TK) umumnya tidak berhasil karena sudah dilakukan penebangan sebelum waktu penilaian rehabilitasi berakhir. Sementara itu, pada APL_K; APL_AK; dan APL_SK keberhasilan program rehabilitasi tercapai dengan ditunjukkan oleh batas bawah nilai NDVI berturut-turut melampaui nilai 0,4660; 0,4947; dan 0,4916.

Kata kunci: *penginderaan jauh, rehabilitasi, lahan kritis, Landsat-8*

1 PENDAHULUAN

Area lahan kritis di Indonesia semakin bertambah, untuk itu pemerintah mencanangkan suatu kegiatan yang disebut rehabilitasi hutan dan lahan. Rehabilitasi di kawasan hutan dilaksanakan di semua kawasan kecuali cagar alam dan zona inti taman nasional, dan di luar kawasan dilaksanakan di semua lahan kritis. Bentuk rehabilitasi adalah melalui penghijauan, pemeliharaan dan pengayaan tanaman, penerapan teknik konservasi secara vegetatif dan sipil teknis. Tujuan rehabilitasi adalah untuk memulihkan, mempertahankan, dan meningkatkan fungsi hutan dan juga lahan supaya dapat berfungsi kembali sebagai media produksi dan media tata air (Indrihastuti, 2016; PP Republik Indonesia, 2008). Luas lahan hutan yang terdegradasi di Indonesia sudah mencapai kondisi mengkhawatirkan, yaitu meliputi 48,5 juta Ha yang terdiri dari 26,6 juta Ha lahan di dalam hutan, 21,9 juta Ha lahan di luar hutan, dan 11,40 juta Ha lahan sebagai konsesi pertambangan (Pudjiharta et al., 2007). Sementara pada tahun 2018, luas lahan kritis di Indonesia mencapai 14.006.450 Ha (Kepmen LHK, 2018). Salah satu lokasi penyusutan kawasan hutan adalah Kabupaten Banjarnegara dengan

penyusutan secara nyata pada periode 1993-2003. Luas hutan di Kabupaten Banjarnegara menyusut dari 16.609 Ha menjadi 11.586 Ha pada 2003 (Ramadhan et al., 2016).

Rehabilitasi yang dilaksanakan dalam bentuk vegetatif dapat terkait dengan makin meningkatnya kerapatan kehijauan di suatu lokasi sehingga bisa dipantau melalui data penginderaan jauh. Sementara untuk pelaksanaan teknik yaitu konservasi dan sipil teknis pada lahan yang tidak produktif biasanya dilaksanakan dengan membangun terasering atau bendungan kecil yang tidak dapat dipantau melalui data penginderaan jauh. Menurut peraturan tersebut, rehabilitasi dilaksanakan di dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) prioritas dan pada semua kelas lahan kritis. Rehabilitasi secara besar-besaran dimulai pada tahun 2010 dan terus dilakukan sampai saat ini.

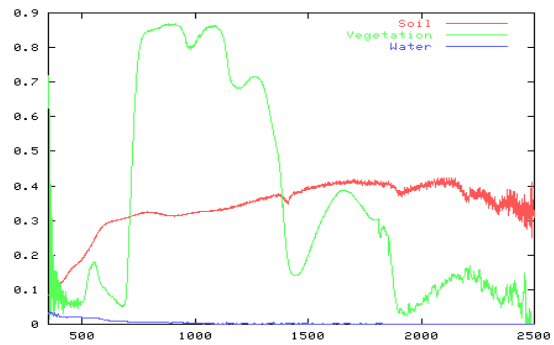
Definisi rehabilitasi hutan dan lahan adalah upaya untuk memulihkan, mempertahankan, dan meningkatkan fungsi hutan dan lahan sehingga daya dukung, produktivitas dan peranannya dalam mendukung sistem penyangga kehidupan tetap terjaga (Dirjen Pengendalian DASHL, 2018). Tujuannya terutama untuk meningkatkan kualitas DAS dan mengurangi degradasi hutan dan lahan serta memulihkan lahan-lahan rusak atau kritis agar kembali

dapat berfungsi. Rehabilitasi merupakan suatu program yang memerlukan jangka waktu lama, melibatkan berbagai pihak, dan menggunakan sumberdaya yang tidak sedikit, sehingga memerlukan suatu evaluasi (Jatmiko et al., 2014). Pemerintah kemudian mengatur tata cara evaluasi dengan mengeluarkan Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia (2016), dimana evaluasi terhadap Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL) didasarkan pada peninjauan kondisi tanaman sampai akhir tahun ke-3 dengan melihat persentase tumbuh tanaman yaitu sekurang-kurangnya 90%. Bell (2015) menyebutkan bahwa pemanfaatan citra satelit melalui klasifikasi vegetasi, indeks vegetasi, dan deteksi perubahan biasa dilakukan, tetapi pemanfaatannya untuk mengevaluasi keberhasilan program rehabilitasi masih sangat terbatas.

Dalam penelitian ini akan diusulkan metode analisis rehabilitasi di kawasan Areal Penggunaan Lain (APL) dengan berbagai tingkat keritisan lahan, mengingat kawasan ini didominasi oleh milik masyarakat yang memiliki kepentingan secara ekonomi terhadap area rehabilitasi yang berada di lahan miliknya. Sementara kawasan lainnya seperti Hutan Konversi (HK), Hutan Produksi Terbatas (HPT), Hutan Lindung (HL), dan Hutan Produksi (HP), kondisi rehabilitasi lebih terjaga. Analisis rehabilitasi terkait dengan penanaman vegetasi akan dilihat pertumbuhan tanaman terutama kerapatannya, dapat dianalisis melalui indeks vegetasi yang dihitung menggunakan data penginderaan jauh yang bersifat multi temporal. Dengan demikian, penelitian perlu dilakukan karena dengan memanfaatkan data penginderaan jauh maka pemantauan area rehabilitasi menjadi lebih mudah dan tidak terkendala oleh lokasi, waktu, dan biaya.

Indeks vegetasi adalah suatu nilai mengenai informasi kehijauan yang dihitung berdasarkan persamaan matematis dan transformasi dari *band-band* spektral yang menonjolkan sifat spektral tanaman hijau sehingga tampak berbeda dari fitur gambar lainnya. Gandhi et al., (2015) menyebutkan bahwa indeks vegetasi memberikan gambaran mengenai

persentase *cover*, *Leaf Area Index* (LAI), *biomass*, dan lain-lain.



Gambar 1-1: Indeks vegetasi yang membedakan antara vegetasi, tanah dan air (Sumber: (http://web.pdx.edu/~nauna/resources/8-2012_lecture1-vegetationindices.pdf).

Gambar 1-1 menampilkan grafik yang membedakan vegetasi, tanah, dan air. Grafik tersebut menunjukkan bahwa vegetasi mempunyai nilai NDVI yang tinggi. NDVI memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap kerapatan tajuk dan sudah lama sekali digunakan dalam penginderaan jauh untuk memantau perubahan yang dikaitkan dengan kehijauan tanaman (Bilgili et al., 2014; http://web.pdx.edu/~nauna/resources/8-2012_lecture1-vegetationindices.pdf).

Indeks vegetasi banyak digunakan untuk menganalisa kesehatan dan kerapatan vegetasi, sementara *trend* NDVI dikaitkan dengan degradasi atau perbaikan lahan yang berkelanjutan (Bellone et al., 2009). Dalam penelitian ini dibahas *trend* perubahan NDVI terkait dengan rehabilitasi lahan dan hutan di kawasan APL dengan berbagai tingkat kekritisitas lahan dengan menentukan *threshold* keberhasilan rehabilitasi dilihat dari waktu tanam untuk mencapai NDVI maksimum.

Spektral vegetasi bisa berbeda karena perbedaan reflektansi pada masing-masing panjang gelombang, perbedaan kurva yang dihasilkan oleh vegetasi, perubahan kurva spektral karena jumlah vegetasi, dan lain-lain. Reflektansi tanah yang bernilai tinggi pada spektrum NIR menunjukkan tanah kering. Nilai NDVI dihitung berdasarkan formula sebagai berikut (Ozyavuz et al., 2015):

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

NDVI menggunakan *band* NIR dan *Red* dalam perhitungannya, dimana NIR adalah nilai *band* inframerah dekat dan *Red* adalah nilai *band* merah. Interpretasi biofisik dari NDVI merupakan nilai piksel yang diserap radiasi aktif secara sintetik (Ganie & Nusrath, 2016). NDVI menyatakan nilai kontras antara reflektansi merah dan NIR vegetasi, karena klorofil adalah penyerap kuat cahaya merah, sementara struktur internal daun tercermin dalam NIR. Semakin besar perbedaan antara reflektansi di bagian merah dan NIR, maka semakin banyak klorofil yang ditemukan di dalam kanopi vegetasi dan nilainya semakin mendekati +1. NDVI dengan nilai-nilai di bawah 0,2 menunjukkan permukaan non-vegetasi, sedangkan kanopi vegetasi hijau memiliki NDVI lebih besar dari 0,3 (Gandhi et al., 2015; Miles & Esau, 2016).

Metode NDVI bisa digunakan untuk mendeteksi perubahan penutup lahan seperti vegetasi, badan air, lahan terbuka, belukar, daerah perbukitan, area pertanian, hutan lebat, hutan jarang. Metode NDVI memberikan hasil yang baik untuk vegetasi yang bervariasi dalam kepadatan dan juga vegetasi yang tersebar dari citra penginderaan jauh multispektral (Gandhi et al., 2015). Bell (2015) memantau area sejak masih berupa tempat *tailing*, tanah dan kemudian bervegetasi. Data yang digunakan adalah data menggunakan algoritma NDVI dan *Transformed Vegetation Index* (TVI). Hasilnya menunjukkan bahwa TVI lebih efektif digunakan apabila ada unsur air di dalam citra. Tetapi penelitian ini difokuskan di lahan kritis, dimana unsur air tidak ada, sehingga masih bisa menggunakan NDVI.

Berdasarkan kondisi tersebut, maka NDVI dapat digunakan untuk melihat *trend* dalam mengevaluasi rehabilitasi. Dengan bertambahnya tanaman di areal rehabilitasi, maka terjadi pertumbuhan vegetasi yang berakibat meningkatnya kepadatan yang berpengaruh pada meningkatnya NDVI. Demikian juga dengan berkurangnya vegetasi, misalnya dengan banyaknya

penebangan pohon akan mempengaruhi kepadatan vegetasi yang berarti NDVI akan menurun.

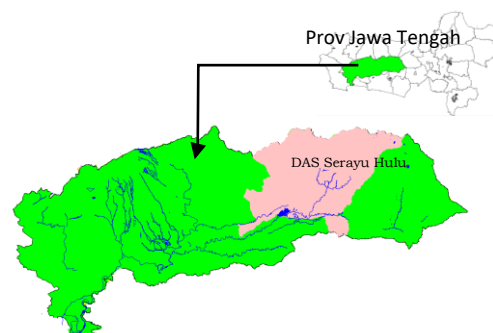
Ketersediaan data Landsat sangat berlimpah, berkesinambungan dan mudah diperoleh, sehingga sangat baik digunakan untuk memperoleh informasi indeks vegetasi secara multi temporal. Data Landsat mempunyai cakupan yang luas, *real time*, relatif murah dan bisa memantau area yang luas dan sulit dijangkau. Dengan ketersediaan data tersebut dapat dilakukan monitoring tahunan sehingga apabila terdapat ketidaksesuaian maka bisa diambil suatu kebijakan. Hal ini juga dapat dijadikan salah satu faktor untuk mengukur kinerja DAS berupa hasil interpretasi citra dan hasil lapangan (Jariyah & Pramono, 2013).

Dari uraian di atas maka tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan data inderaja untuk memantau kondisi rehabilitasi DAS dengan melihat trend NDVI dari umur tanaman, status kawasan dan tingkat kerkitisan lahan.

2 METODOLOGI

2.1 Lokasi dan Data

Lokasi penelitian adalah DAS Serayu Hulu yang merupakan bagian dari DAS Serayu di Provinsi Jawa Tengah (Gambar 2-1), yang terdiri dari Sub DAS Klawing, Merawu dan Putih. DAS Serayu Hulu dipilih karena berdasarkan Peta Lahan Kritis 2017, kawasan ini memiliki keragaman kekritisian lahan. DAS ini juga merupakan salah satu DAS prioritas karena kondisinya yang semakin memburuk, juga sebagai penghasil sedimen tertinggi (Christanto et al., 2018).

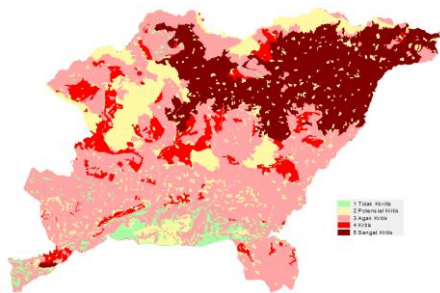


Gambar 2-1: Lokasi penelitian di DAS Serayu Hulu (warna merah muda) Provinsi Jawa Tengah.

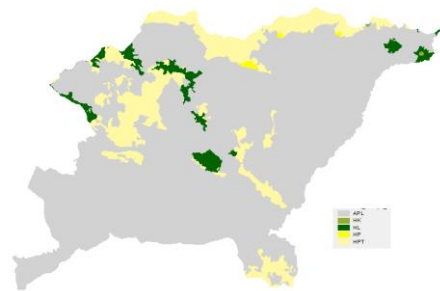
(Sumber: BPDAS Serayu Opak Progo)

Data yang digunakan di dalam penelitian ini adalah data Landsat-8 multi temporal Path/Row 120/65 bebas awan tahun 2015 sampai dengan 2018, sudah dikoreksi geometrik dan radiometrik; Peta Lahan Kritis, Peta Kawasan Hutan, dan Batas DAS dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK); informasi lokasi rehabilitasi dari Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung (BPDASHL) Serayu Opak Progo; peta administrasi, dan data hasil survey lapangan.

Gambar 2-2 menunjukkan Peta Lahan Kritis, Gambar 2-3 menunjukkan Peta Kawasan DAS Serayu Hulu, sementara Gambar 2-4 menunjukkan sebaran lokasi rehabilitasi yang dilaksanakan pada tahun 2014 di DAS Serayu Hulu.



Gambar 2-2: Peta Lahan Kritis DAS Serayu Hulu (Sumber: KLHK)



Gambar 2-3: Peta Kawasan DAS Serayu Hulu (Sumber: KLHK)



Gambar 2-4: Sebaran lokasi rehabilitasi tahun 2014 di DAS Serayu Hulu

2.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah analisis NDVI dan analisis spasial sebagai berikut:

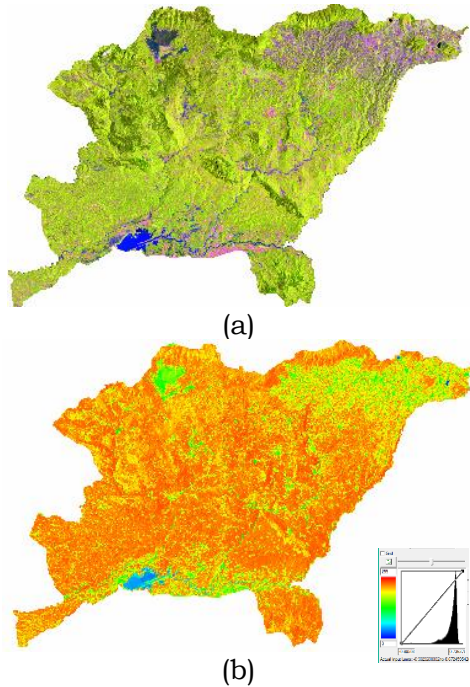
- Data Landsat bebas awan yang telah dikoreksi geometrik dan radiometrik, masing-masing diolah menjadi NDVI sehingga diperoleh citra indeks vegetasinya. Data diambil selama 4 tahun pengamatan (2015-2018) yang diakuisisi pada tanggal 22 Februari 2015, 14 Juni 2015, 18 September 2015, 16 April 2017, 18 Mei 2017, 5 Mei 2018, 6 Juni 2018, dan 25 Agustus 2018.
- *Cropping* sesuai area penelitian
- Sampel rehabilitasi dipilih dari data rehabilitasi BPDAS HL Serayu Opak Progo.
- *Overlay* lokasi rehabilitasi dengan Peta Kawasan Hutan dan Peta Lahan Kritis dilakukan untuk mengetahui lokasi rehabilitasi yang dihubungkan dengan kawasan dan kekritisannya lahan.
- Analisis NDVI berdasarkan tahun tanam, kawasan dan kekritisannya lahan, dengan melihat *trend*, rata-rata keseluruhan dan nilai NDVI maksimum.
- Menentukan *threshold* nilai NDVI untuk menentukan keberhasilan rehabilitasi berdasarkan *trend* nilai NDVI selama 4 tahun sejak penanaman.

3 HASIL PEMBAHASAN

Data yang digunakan adalah data Landsat-8 yang telah dikoreksi geometrik dan radiometrik dan dikonversi menjadi citra NDVI. Gambar 3-1(a) dan 3-1 (b) masing-masing menunjukkan contoh data Landsat-8 komposit RGB-654 dan citra NDVI-nya.

Dari peta lahan kritis pada Gambar 2-2, diketahui bahwa proporsi kekritisannya lahan di DAS Serayu didominasi oleh lahan agak kritis dan sangat kritis (Tabel 3-1). Peta Kawasan pada Gambar 2-3 didominasi oleh APL, kemudian HPT dan HL (Tabel 3-2). Dari data tersebut maka akan dibahas kondisi rehabilitasi di APL dengan

tingkat kekritisitas tidak kritis (TK), agak kritis (AK), kritis (K), dan sangat kritis (SK) dengan tahun tanam 2014, dan survey lapangan dilaksanakan tahun 2018.



Gambar 3-1: Citra (a) Landsat-8 komposit RGB-654 tanggal 22 Mei 2015; (b) NDVI lokasi penelitian

Tabel 3-1: PERSENTASE KEKRITISAN LAHAN DI DAS SERAYU HULU

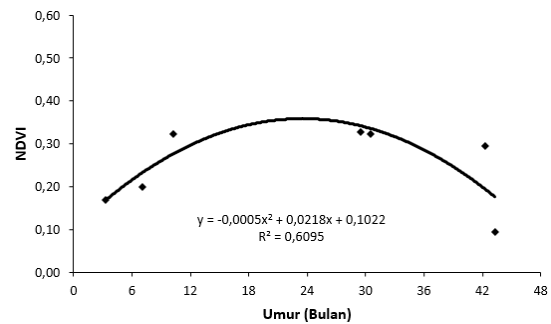
Tingkat kekritisitas	Luas (Ha)	Persentase
TK	2.408,7	3,2%
PK	12.043,7	16,2%
AK	35.492,0	47,7%
K	6.478,8	8,7%
SK	17.915,7	24,1%

Tabel 3-2: PERSENTASE KAWASAN DI DAS SERAYU HULU

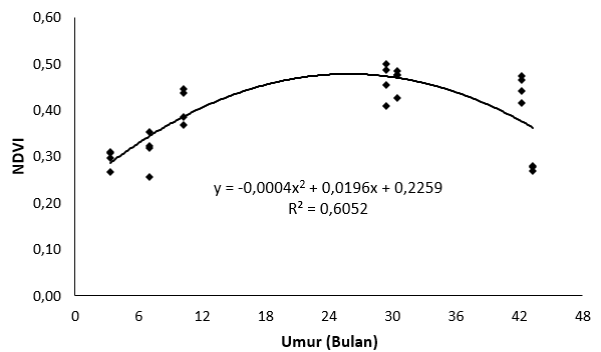
Kawasan	Luas (Ha)	Persentase
APL	61.638,2	83,0%
HPT	10.237,0	14,0%
HL	2.251,1	2,7%
HP	180,6	0,2%
HK	32,0	0%

Berdasarkan analisis tahun tanam, diketahui bahwa pada semua sampel dilakukan penanaman pada tahun 2014, sehingga monitor pertumbuhan vegetasi akan dilakukan mulai 2015 sampai dengan 2018.

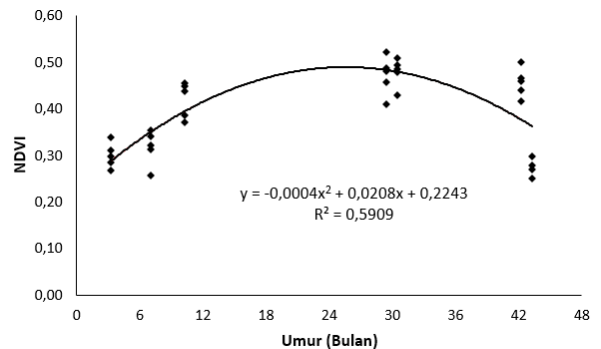
Sampel data meliputi kawasan APL dengan tingkat kekritisitas lahan sebagai berikut: TK, AK, K, dan SK. NDVI dihitung pada tahun 2015 atau setelah satu tahun penanaman hingga tahun 2018. Analisis disajikan dalam bentuk grafik NDVI rata-rata untuk APL di lahan Tidak Kritis dilambangkan dengan APL_TK dan seterusnya sehingga diketahui terdapat APL_AK, APL_K, dan APL_SK yang grafiknya ditunjukkan berturut-turut oleh Gambar 3-2, Gambar 3-3, Gambar 3-4, dan Gambar 3-5.



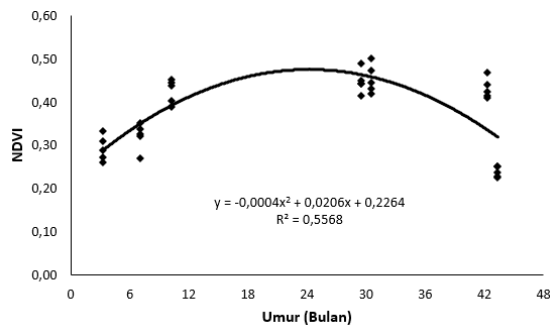
Gambar 3-2: NDVI rata-rata APL-TK



Gambar 3-3: NDVI rata-rata APL-AK



Gambar 3-4: NDVI rata-rata APL-K



Gambar 3-5: NDVI rata-rata APL_SK

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh NDVI rata-rata pada setiap kategori kekritisian APL, nilai NDVI maksimum, dan umur tanaman mencapai NDVI maksimum seperti ditunjukkan oleh Tabel 3-3.

Tabel 3-3: NDVI RATA-RATA, NDVI MAKS, DAN UMUR TANAMAN MENCAPAI NDVI MAKSIMUM DI SETIAP KATEGORI APL

Kategori APL	NDVI rata-rata	NDVI maks	Umur tanaman mencapai NDVI maks (Bulan)
APL_TK	0,247	0,328	21,8
APL_AK	0,387	0,501	24,5
APL_K	0,392	0,522	26,0
APL_SK	0,373	0,501	25,8

Berdasarkan Tabel 3-3 diperoleh informasi bahwa pertumbuhan pada area APL_TK jauh lebih cepat dalam mencapai NDVI maksimum diikuti oleh APL_AK, APL_SK, dan APL_K. Hal tersebut sesuai dengan hasil survei lapangan yang menunjukkan bahwa pada area APL_TK pertumbuhan tanaman cukup bagus karena berada di area yang tidak kritis dan lokasi berada di sekitar permukiman sehingga lebih mudah dijangkau dan dirawat. Tetapi akibatnya, tanaman di area APL-TK tersebut banyak ditebang sebelum mencapai umur 3 tahun. Hal ini terlihat dari rendahnya nilai NDVI maksimum dan rata-ratanya. Secara keseluruhan, di setiap lokasi rehabilitasi kecuali pada APL_TK, nilai NDVI mencapai maksimum setelah 3 tahun pasca penanaman, tetapi setelah itu mengalami penurunan. Berdasarkan informasi dari dinas yang berwenang dan juga masyarakat setempat saat survey dilakukan, setelah tiga tahun lahan rehabilitasi diserahkan kepada

pemilik lahan dan masyarakat mulai menebang vegetasi di area rehabilitasi yang umumnya sengon untuk memenuhi kebutuhan ekonominya. Penebangan biasanya berupa tebang pilih berdasarkan diameter pohon. Penebangan ini mengakibatkan nilai NDVI semakin menurun.

Sesuai dengan peraturan yang berlaku bahwa penyerahan area rehabilitasi kepada pemilik atau yang diberikan tanggung jawab adalah setelah tahun ketiga, maka karena identifikasi dimulai pada tahun kedua, sehingga standar keberhasilan rehabilitasi adalah nilai NDVI setelah bulan ke-24. Sesuai dengan peraturan dan standar rehabilitasi, maka nilai-nilai NDVI pada bulan ke-24 dapat dijadikan *threshold* untuk batas minimal keberhasilan evaluasi kecuali untuk APL_TK yang kerapatan vegetasinya sudah menurun setelah bulan ke-21,8. Untuk lokasi APL_AK; APL_K; dan APL_SK disimpulkan bahwa batas bawah keberhasilan rehabilitasi jika NDVI berturut-turut melampaui nilai 0,4660; 0,4947; dan 0,4916. Dapat disimpulkan pula bahwa untuk lahan agak kritis, kritis dan sangat kritis diperlukan upaya penghijauan yang lebih intensif untuk mencapai nilai NDVI yang lebih tinggi dengan waktu yang lebih lama dalam mencapai NDVI maksimum.

4 KESIMPULAN

Rehabilitasi hutan dan lahan dilakukan dengan cara memperkaya tanaman di area rehabilitasi sesuai ketentuan yang berlaku. Evaluasi keberhasilan rehabilitasi dengan memanfaatkan data penginderaan jauh Landsat-8 dapat dianalisis melalui kerapatan tanamannya dengan menganalisa *trend* nilai NDVI. Evaluasi rehabilitasi di DAS Serayu Hulu di kawasan APL dengan berbagai tingkat kekritisian lahan menunjukkan sifat yang berbeda dalam mencapai nilai NDVI maksimum. Keberhasilan rehabilitasi dilihat dari *trend* NDVI selama 3 tahun sejak penanaman dan dikatakan berhasil apabila sampai tahun ketiga, *trend* nilai NDVI cenderung naik dan berturut-turut untuk APL_AK; APL_K; dan APL_SK mencapai *threshold* dengan nilai NDVI

rata-rata 0,4660; 0,4947; dan 0,4916. Sementara untuk APL_TK, rata-rata nilai NDVI sudah menurun sebelum bulan ke-24, sehingga bisa dianggap rehabilitasi di APL-TK rata-rata tidak berhasil karena sudah banyak penebangan sebelum waktu penilaian rehabilitasi berakhir.

UCAPAN TERIMAKASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Kemenristekdikti karena sudah memberikan fasilitas berupa dana Insinas untuk penelitian ini. Kepada Pimpinan dan kolega di Kedepatian Penginderaan Jauh, serta rekan-rekan di BPDASHL Serayu Opak Progo atas kerjasamanya dan bantuannya. Terima kasih juga kepada Prof. Dr. I Nengah Surati Jaya, Dr. Dodi Sudiana, serta Dr. Suwarno atas koreksi dan masukannya terhadap makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Bell, M. (2015). *Monitoring rehabilitation success using remotely sensed vegetation indices at Navachab gold mine, Nambia*.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Bellone, T., Boccardo, P., & Perez, F. (2009). Investigation of vegetation dynamics using long-term normalized difference vegetation index time-series. *American Journal of Environmental Sciences*, 5(4), 460–466.
<https://doi.org/10.3844/ajessp.2009.460.466>

Bilgili, B. C., Satir, O., Muftuoglu, V., & Ozyavuz, M. (2014). A simplified method for the determination and monitoring of green areas in urban parks using multispectral vegetation indices. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 15(3), 1059–1065.

Christanto, N., Setiawan, M. A., Nurkholis, A., Istiqomah, S., Sartohadi, J., & Hadi, M. P. (2018). Analisis Laju Sedimen DAS Serayu Hulu dengan Menggunakan Model SWAT. *Majalah Geografi Indonesia*, 32(1), 50.
<https://doi.org/10.22146/mgi.32280>

Dirjen Pengendalian DASHL. (2018). *Peraturan Direktur Jenderal Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung Nomor*

P.3/PDASHL/SET/KUM.1/7/2018 Tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis, 1–20.

Gandhi, G. M., Parthiban, S., Thummalu, N., & Christy, A. (2015). Ndvi: Vegetation Change Detection Using Remote Sensing and Gis - A Case Study of Vellore District. In *Procedia Computer Science* (Vol. 57, pp. 1199–1210).
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.415>

Ganie, M., & Nusrath, D. A. (2016). Determining the Vegetation Indices (NDVI) from Landsat 8 Satellite Data. *International Journal of Advanced Research*, 4(8), 1459–1463.
<https://doi.org/10.21474/IJAR01/1348>

Indrihastuti, D. (2016). *Analisis lahan kritis dan arahan rehabilitasi lahan dalam pengembangan wilayah kabupaten kendal jawa tengah*. Repository Institut Pertanian Bogor.

Jariyah, A. N., & Pramono, I. B. (2013). Kerentanan Sosial Ekonomi dan Biofisik di DAS Serayu: Collaborative Management. *Jurnal Penelitian Sosial Dan Ekonomi Kehutanan*, 10(3), 141–156.
<https://doi.org/10.20886/jsek.2013.10.3.141-156>

Jatmiko, A., Sadono, R., & Faida, L. R. W. Evaluasi Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan Menggunakan Analisa Multikriteria (Studi Kasus Di Desa Butuh Kidul Kecamatan Kalikajar, Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah), 6 *Jurnal Ilmu Kehutanan* 30–44 (2014).
<https://doi.org/10.22146/jik.3307>

Kepmen LHK. (2018). *Keputusan Menteri LHK Nomor: SK.306/MENLHK/PDASHL/DAS.0/7/2018 tentang Penetapan lahan kritis nasional*.

Miles, V. V., & Esau, I. (2016). Spatial heterogeneity of greening and browning between and within bioclimatic zones in northern West Siberia. *Environmental Research Letters*, 11(11), 1–12.
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/11/115002>

Ozyavuz, M., Bilgili, C., & Salici, A. (2015). Determination of vegetation changes with NDVI method. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 16 (1), 263–273.

PP Republik Indonesia. (2008). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor*

- 76 Tahun 2008 Tentang Rehabilitasi dan Reklamasi Hutan (p. 44).
Pudjiharta, A., Santoso, E., & Turjaman, M. (2007). Reklamasi Lahan Terdegradasi Dengan Revegetasi Pada Bekas Tambang Bahan Baku Semen. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 4(3), 223–238. <https://doi.org/10.20886/jphka.2007.4.3.223-238>
- 7.4.3.223-238
Ramadhan, R., Widiatmaka, W., & Sudadi, U. (2016). Land Use Change and Spatial Utilization in Landslide Vulnerable Regions of Banjarnegara Regency, Central Java. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 6(2), 159–167. <https://doi.org/10.19081/jpsl.2016.6.2.159>

