

PENGARUH PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP ZONA POTENSI BANJIR PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI LANDAK

Della Chrystine Mungok, Henny Herawati, Kiki Prio Utomo
Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Pontianak
Email : mngkcd@gmail.com

ABSTRAK

Banjir termasuk bencana alam yang sering terjadi dan masih belum ditangani dengan baik di Indonesia. Bencana banjir dapat disebabkan oleh faktor alam dan aktivitas manusia seperti perubahan penggunaan lahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap zona potensi banjir di DAS Landak dengan menggunakan parameter faktor alami yaitu curah hujan, kemiringan lereng, bentuk DAS, dan jenis tanah, serta faktor aktivitas manusia yaitu penggunaan lahan tahun 1954, 1996, 2006, dan 2017. Analisis klasifikasi nilai potensi banjir menggunakan metode *weighted and scoring* dengan bantuan Sistem Informasi Geospasial (SIG). Kategori potensi banjir terdiri dari 4 tingkatan yaitu tidak berpotensi, potensi sedang, berpotensi, dan sangat berpotensi. Hasil analisis menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan berpengaruh besar terhadap zona potensi banjir DAS Landak. Pada potensi banjir alami, DAS Landak memiliki wilayah dominan berkategori banjir potensi sedang dengan luas 5.436 km². Adanya penggunaan lahan menyebabkan DAS Landak termasuk ke dalam kategori tidak berpotensi hingga berpotensi di tahun 1954, dengan luas zona berpotensi sebesar 1.312 km². Di tahun 1996, 2006, dan 2017, DAS Landak termasuk ke dalam kategori tidak berpotensi hingga sangat berpotensi, dengan luas zona berpotensi sebesar 3.225 km² di tahun 1996, 3.260 km² di tahun 2006, dan 3.201 km² di tahun 2017. Sedangkan zona sangat berpotensi memiliki luas sebesar 0,2 km² di tahun 1996, 0,1 km² di tahun 2006, dan 0,7 km² di tahun 2017.

Kata Kunci : Banjir, Penggunaan Lahan, DAS, Sistem Informasi Geospasial (SIG)

ABSTRACT

Flood is a natural disaster that often occurs and it is still not properly handled in Indonesia. Flood disaster can be caused by natural factors and human activities such as changes in land use. This study aims to determine the impact of land use change on the potential flood zone in the Landak watershed by using parameters of natural factors, which are rainfall, slope, watershed shape, and soil type, also human activity factors, which are land use in 1954, 1996, 2006, and 2017. Classification analysis of the potential value of flooding used the weighted and scoring method and using the Geospatial Information System (GIS). The category of flood potential consists of 4 levels, which are no potential, medium potential, potential, and high potential. The results of the analysis show that land use changes have a major effect on the potential flood zone in the Landak Watershed. On the potential for natural flooding, Landak watershed has a dominant area categorized as moderate potential flooding with an area of 5,436 km². The land use caused the Landak watershed included in the category of not potential to potential in 1954, where the potential zone has an area of 1,312 km². In 1996, 2006, and 2017 the Landak watershed was categorized as not potential to very potential, where the potential zone had an area of 3,225 km² in 1996, 3,260 km² in 2006, and 3,201 km² in 2017, while the very potential zone had an area of 0.2 km² in 1996, 0.1 km² in 2006, and 0.7 km² in 2017.

Keywords : Flood, Land Use, Watershed, Geospatial Information System (GIS)

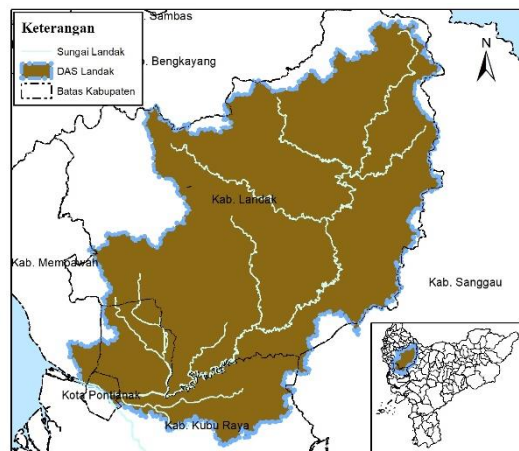
1. PENDAHULUAN

Banjir termasuk bencana alam yang sering terjadi dan masih belum ditangani dengan baik di Indonesia. Bencana banjir dapat disebabkan oleh faktor alam dan aktivitas manusia seperti perubahan penggunaan lahan. DAS Landak merupakan Daerah Aliran Sungai Landak meliputi Kota Pontianak, Kabupaten Kubu Raya, dan Kabupaten Landak, yang sebagian besar telah mengalami perkembangan yang berkaitan dengan perubahan penggunaan lahan, dimana perubahan tersebut dapat menyebabkan nilai koefisien aliran permukaan cenderung mengalami peningkatan sehingga banjir mudah menggenang. Berdasarkan catatan bencana Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kalbar, pada tahun 2017 ketinggian air mencapai 2,5 meter di beberapa dusun di Kabupaten Landak. Fakta tersebut kemudian dijadikan dasar oleh penulis untuk menganalisis pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap potensi zona banjir pada DAS Landak. Penentuan perubahan penggunaan lahan dan zonasi daerah rawan banjir pada penelitian ini dilakukan melalui aplikasi penginderaan jauh yaitu Sistem Informasi Geografis (SIG). Teknologi SIG ini diharapkan dapat membantu proses analisis penelitian ini agar dapat digunakan sebagai peringatan dini (*early warning*) kepada pihak-pihak terkait dan kepada masyarakat yang tinggal di daerah DAS Landak dalam mengendalikan dan mengelola dampak lingkungan.

2. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu yang akan digunakan dalam penelitian ini kurang lebih selama 3 bulan. Lokasi penelitian terletak di DAS Landak, Kalimantan Barat. DAS Landak memiliki luas sekitar 7.921 km², dengan sungai utamanya adalah Sungai Landak yang panjangnya sekitar 411 km. Daerah yang termasuk dalam DAS Landak meliputi Kecamatan Air Besar, Meranti, Kuala Behe, Banyuke Hulu, Menyuke, Jelimpo, Ngabang, Sengah Temila, Mandor, dan Sebangki di Kabupaten Landak, Kecamatan Pontianak Utara di Kota Pontianak, dan Kecamatan Sungai Ambawang dan Kuala Mandor-B di Kabupaten Kubu Raya. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. DAS Landak

B. Alat dan Data Penelitian

Alat yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain 1 unit laptop dan *software ArcGIS 10.7*. Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang terdiri dari data spasial, yaitu peta DEM DAS Landak, *shapefile* (shp) peta administratif DAS Landak, *shapefile* (shp) peta kesesuaian lahan DAS Landak, *shapefile* (shp) peta Sungai Landak, dan peta tutupan Lahan DAS Landak tahun 1954,

1996, 2006, 2017, dan data non spasial yaitu data curah hujan DAS Landak selama 11 tahun dari Stasiun Curah Hujan Ambawang, Serimbu, dan Banyuke Hulu.

C. Metode Penelitian

- Metode *Weighted and Scoring*

Metode *weighted and scoring* merupakan metode yang dapat digunakan untuk menganalisis tingkat potensi banjir. Tahap dari metode ini adalah sebagai berikut :

- Penentuan Skor

Tahap penentuan skor adalah memberikan nilai pada parameter indikator banjir berdasarkan penelitian terdahulu terhadap tingkat kerawanan banjir. Tabel skor untuk klasifikasi kemiringan lahan, jenis tanah, bentuk DAS, curah hujan, dan penggunaan lahan dapat dilihat pada **Tabel 1**, sampai dengan **Tabel 5**.

Tabel 1. Klasifikasi Kemiringan Lahan (Perdirjen, 2014)

No	Kemiringan (%)	Deskripsi	Nilai
1	0-8	Datar	5
2	8-15	Landai	4
3	15-25	Agak Curam	3
4	25-40	Curam	2
5	>40	Sangat Curam	1

Tabel 2. Klasifikasi Jenis Tanah (Asdak, 1995)

No	Jenis Tanah	Infiltrasi	Nilai
1.	Regosol, Litosol, Organosol, Renzina	Rendah	5
2.	Andosol, Laterik, Grumosol, Podsol, Podsolik	Agak Rendah	4
3.	Tanah Hutan Coklat, Tanah Mediteran	Sedang	3
4.	Latosol	Agak Tinggi	2
5.	Aluvial, Planosol, Hidromorf kelabu, Laterik	Tinggi	1

Tabel 3. Klasifikasi Bentuk DAS (Paimin, dkk, 2012)

No	Bentuk DAS	Kategori	Nilai
1.	Bulat	Tinggi	5
2.	Agak Bulat	Agak Tinggi	4
3.	Sedang	Sedang	3
4.	Agak Lonjong	Agak Rendah	2
5.	Lonjong	Rendah	1

Tabel 4. Klasifikasi Curah Hujan (Darmawan, M dan Theml, S. 2008)

No	Deskripsi	Rata-rata Curah Hujan (mm/hari)	Nilai
1	Sangat lebat	>100	5
2	Lebat	51-100	4
3	Sedang	21-50	3
4	Ringan	5-20	2
5	Sangat Ringan	<5	1

Tabel 5. Klasifikasi Penggunaan Lahan (Permenhut, 2009)

No.	Tipe Penggunaan Lahan	Infiltrasi	Nilai
1.	Pemukiman, Sawah	Kecil	5
2.	Hortikultura (Landai)	Agak Kecil	4
3.	Semak, Padang Rumput	Sedang	3
4.	Hutan Produksi, Perkebunan	Agak Besar	2
5.	Hutan Lebat	Besar	1

- **Penentuan Bobot**
Tahap penentuan bobot dimanfaatkan untuk memberikan penilaian terhadap masing-masing data spasial indikator banjir, berdasarkan tingkatan kepentingan data dan kondisi data sebagai faktor penentu banjir. Data yang dominan sebagai parameter faktor penentu banjir akan memiliki bobot tertinggi.
- **Perhitungan Zona Potensi Banjir**
Tahap perhitungan penentuan zona potensi banjir pada penelitian ini adalah dengan mengalikan antara skor dan bobot dari tiap-tiap kelas parameter indikator zona banjir, lalu mengelompokkan parameter indikator banjir berdasarkan skor yang sama, kemudian menjumlahkan hasil perkalian bobot dan skor pada setiap kelompok skor.
- **Pembentukan Model Tingkat Zona Potensi Banjir**
Tahap pembentukan model tingkat potensi banjir memudahkan penulis dalam mengetahui zona potensi banjir yang terdapat di DAS Landak. Langkah-langkahnya yaitu menentukan jumlah dan tingkatan potensi banjir (sangat berpotensi, berpotensi, potensi sedang, dan tidak berpotensi, kemudian membuat interval kelas.

Rumus yang digunakan untuk membuat kelas interval adalah:

$$\text{Kelas interval} = \frac{\text{Data Tertinggi} - \text{Data Terendah}}{\text{Jumlah Kelas yang Diinginkan}}$$

- **Penentuan Penyajian Peta**
Penentuan penyajian peta mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 25/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Data dan Informasi Geospasial Infrastruktur Bidang Pekerjaan Umum dan Perusahaan rakyat, serta Peraturan Direktur Jendral Planologi Kehutanan Nomor : P. 3/VII-IPSDH/2014 tentang Petunjuk Teknis Penggambaran dan Penyanjian Peta Kehutanan.

D. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu :

- **Penentuan zona potensi banjir**
Penentuan zona potensi banjir terdiri dari beberapa tahap, yaitu, pengambilan data, pengolahan data, dan penentuan klasifikasi data.
- **Analisis perubahan penggunaan lahan**
Analisis perubahan penggunaan lahan terdiri dari 3 tahap, yaitu pengambilan data, pengolahan data dan penentuan klasifikasi data.
- **Analisis pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap zona potensi banjir**
Pengaruh perubahan lahan terhadap zona potensi banjir menggunakan data tata guna lahan tahun 1954, 1996, 2006, dan 2017 serta data zona potensi banjir.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Zona Pontensi Banjir

Penentuan zona potensi banjir DAS Landak ditentukan berdasarkan parameter kemiringan lahan, jenis tanah, bentuk DAS, dan curah hujan.

- **Kemiringan Lahan**

Kelerengan DAS Landak diolah menggunakan peta DEMNAS. Hasilnya, DAS Landak memiliki kemiringan lahan yang cenderung datar di bagian hilir (0-8%), namun sebagian besar daerahnya cenderung memiliki kelerengan yang termasuk kategori landai (8-15%), agak curam (15-25%), curam (25-40%), dan sangat curam (>40%). Peta kemiringan lahan DAS Landak dapat dilihat pada **Gambar 2**.

- **Jenis Tanah**

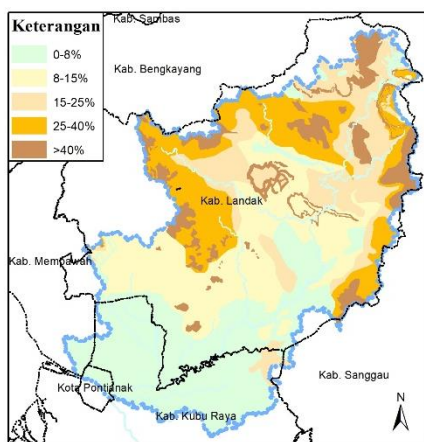
Hasil analisis menunjukkan bahwa DAS Landak memiliki jenis tanah podsolik yang merupakan jenis tanah terluas dengan luas sebesar 5.119 km². Selain itu, DAS Landak juga memiliki jenis tanah latosol dengan luas sebesar 1.594 km², aluvial sebesar 65 km², dan organosol sebesar 1.143 km². Peta jenis tanah DAS Landak dapat dilihat pada **Gambar 3**.

- **Bentuk DAS**

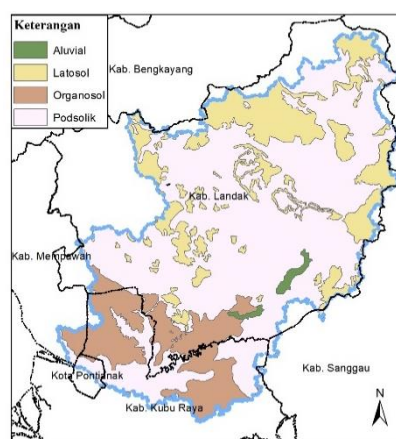
Bentuk DAS Landak secara kuantitatif ditentukan dengan menggunakan dua perhitungan yaitu nilai nisbah kebulatan (*Circularity Ratio/Rc*) dan nisbah memanjang (*Elongation Ratio/Re*). Rc DAS Landak kurang dari 0,5, yaitu 0,17, dan Re DAS Landak lebih besar dari Rc, yaitu sebesar 0,31, maka bentuk DAS Landak tergolong memanjang. Sedangkan secara kualitatif, bentuk DAS Landak ditentukan berdasarkan buku Sistem Perencanaan Pengelolaan DAS oleh Paimin (2012), hasilnya DAS Landak termasuk dalam kategori bentuk DAS agak lonjong. Peta bentuk DAS Landak dapat dilihat pada **Gambar 4**.

- **Curah Hujan**

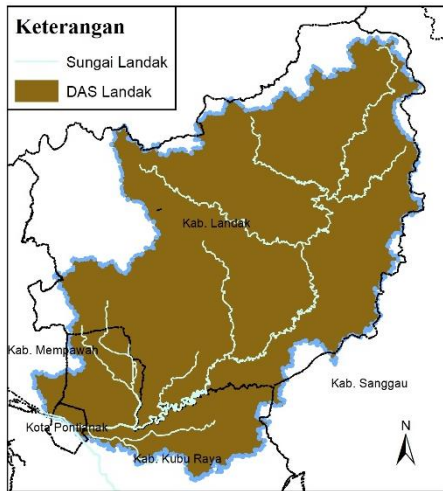
Klasifikasi curah hujan diketahui menggunakan rata-rata curah hujan yang didapat dari hasil bagi jumlah curah hujan dan jumlah hari hujan. Hasilnya, rata-rata curah hujan dari stasiun curah hujan Ambawang termasuk ke dalam kategori sedang, sedangkan dari stasiun curah hujan Serimbu dan Banyuke Hulu termasuk ke dalam kategori rendah. Penggunaan aplikasi *Arcgis* dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui peta perkiraan sebaran rata-rata curah hujan. Pemetaan curah hujan DAS Landak yang didapatkan dengan menggunakan *tool polygon thiessen*, dapat dilihat pada **Gambar 5**.



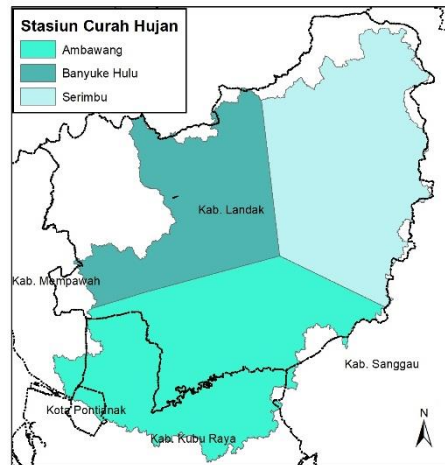
Gambar2. Peta Kemiringan Lahan DAS Landak



Gambar 3. Peta Jenis Tanah DAS Landak



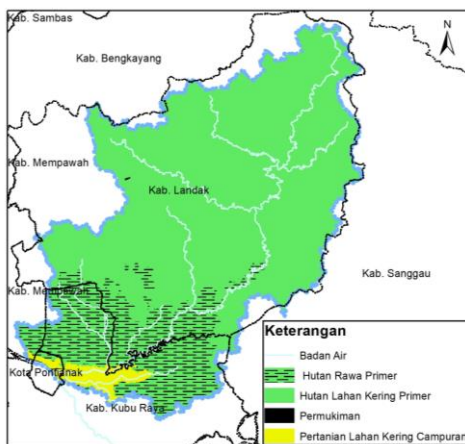
Gambar 4. Peta Bentuk DAS Landak



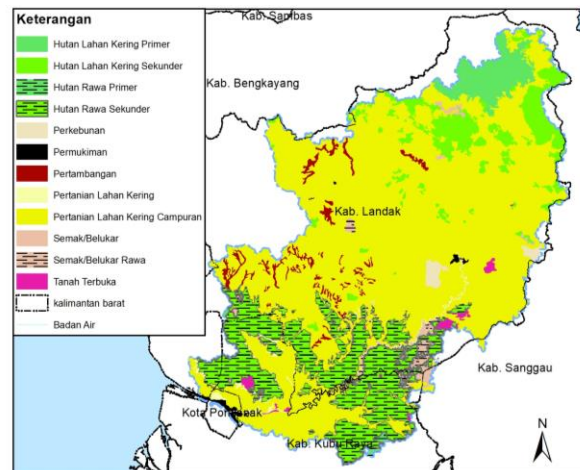
Gambar 5. Peta Curah Hujan DAS Landak

B. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan

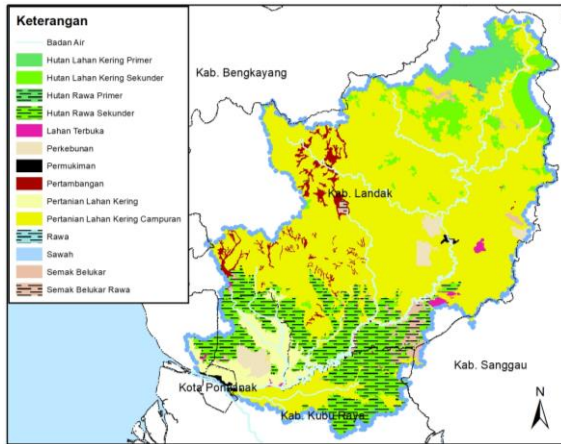
Analisis perubahan penggunaan lahan pada penelitian ini menggunakan peta tata guna lahan DAS Landak tahun 1954, 1996, 2006, dan 2017. Hasilnya, di tahun 1954, hampir seluruh DAS Landak terdiri dari hutan primer yang termasuk dalam kondisi alami. Luas lahan tersebut berkurang karena adanya reklamasi rawa, khususnya pada tahun 1970-an dan 1980-an untuk menunjang transmigrasi dan peningkatan produksi pangan serta pemerataan pembangunan guna mendorong pengembangan ekonomi wilayah. Hal tersebut menyebabkan penggunaan lahan di tahun 1996 semakin beragam. Di tahun 2006, jenis penggunaan lahan DAS Landak masing-masing mengalami perubahan luas dari 10 tahun sebelumnya. Di tahun 2017 bahkan hutan rawa primer sudah tidak tampak lagi. Peta tata guna lahan tahun 1954, 1996, 2006, dan 2017 dapat dilihat pada **Gambar 6**, **Gambar 7**, **Gambar 8**, dan **Gambar 9**.



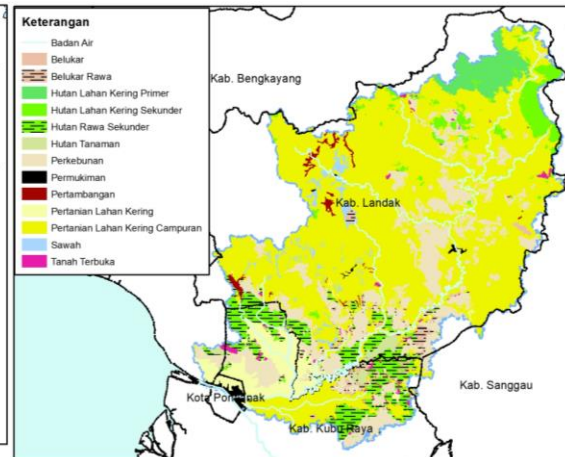
Gambar 6. Peta Tata Guna Lahan DAS Landak Tahun 1954



Gambar 7. Peta Tata Guna Lahan DAS Landak Tahun 1996



Gambar 8. Peta Tata Guna Lahan DAS Landak Tahun 1954



Gambar 9. Peta Tata Guna Lahan DAS Landak Tahun 1954

C. Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Zona Potensi Banjir

Masing-masing parameter banjir diberikan bobot, dimana parameter curah hujan diberi bobot 5, penggunaan lahan 4, jenis tanah 3, kelerengan 2, dan bentuk DAS 1. Bobot tiap parameter dikalikan dengan nilai atau skor yang sudah didapatkan pada analisis sebelumnya sehingga didapatkan data tertinggi dan terendah, yaitu 75 dan 15. Data tersebut digunakan untuk menghitung kelas interval. Tingkat potensi banjir dapat dilihat pada **tabel 6**.

Tabel 6. Tingkat Potensi Banjir

Kategori	Nilai
Tidak Berpotensi	<30
Potensi Sedang	30-44
Berpotensi	45-59
Sangat Berpotensi	>59

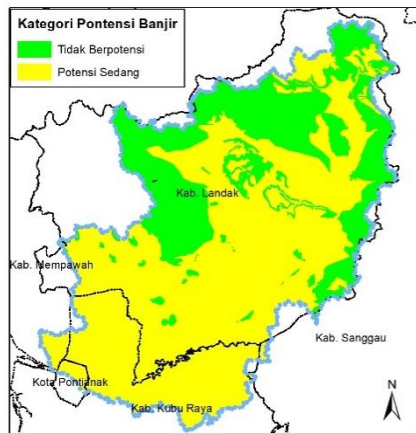
Setelah dilakukan perhitungan, maka dapat dibuat zonasi potensi banjir DAS berdasarkan tingkat potensi banjir. Hasilnya dapat dilihat pada **tabel 7**.

Tabel 7. Luas Zona Potensi Banjir DAS Landak Berdasarkan Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan

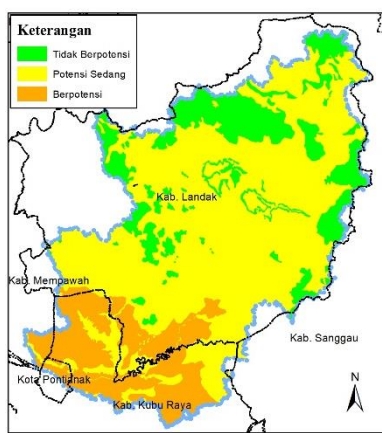
Tingkat Potensi Banjir	Luas Zona Potensi Banjir				
	Alami (km ²)	Tahun 1954 (km ²)	Tahun 1996 (km ²)	Tahun 2006 (km ²)	Tahun 2017 (km ²)
Tidak Berpotensi	2.484	1.411	226	200	168
Potensi Sedang	5.437	5.158	4.454	4.445	4.532
Berpotensi		1.312	3.225	3.260	3.201
Sangat Berpotensi			0,2	0,1	0,7

Penurunan luas area tidak berpotensi dari tahun 1954 ke 1996 merosot jauh, hal ini terjadi karena adanya reklamasi hutan besar-besaran dalam kurun waktu 40 tahun tersebut. Luas area potensi sedang mengalami perubahan yang cukup besar dari sebelum hingga sesudah dipengaruhi perubahan

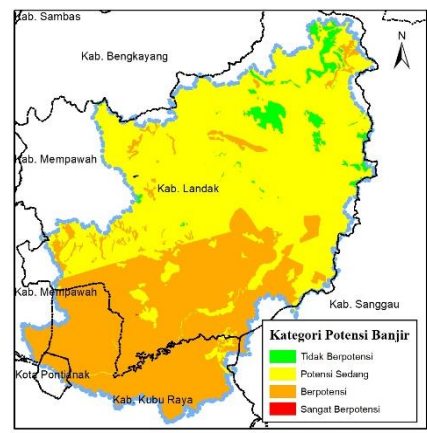
penggunaan lahan, namun perubahannya tidak signifikan dari tahun 1954 ke tahun 2017. Kemudian luas kategori berpotensi bertambah besar dari tahun 1954 ke tahun 1996 hingga lebih dari 3000 km², namun menurun ke tahun 2017 karena adanya penutupan lahan tambang menjadi lahan terbuka. Terakhir adalah zona sangat berpotensi yang baru muncul di tahun 1996, dimana luasnya menurun di tahun 2006 akibat luas lahan pertambangan yang menurun di Kecamatan Sebangki, dan luasnya naik kembali karena adanya pembukaan lahan pertambangan di daerah Mandor. Peta zona potensi banjir alami dan peta zona banjir tahun 1954, 1996, 2006, dan 2017 DAS Landak yang sudah disajikan pada **Gambar 10, Gambar 11, Gambar 12, Gambar 13, dan Gambar 14.**



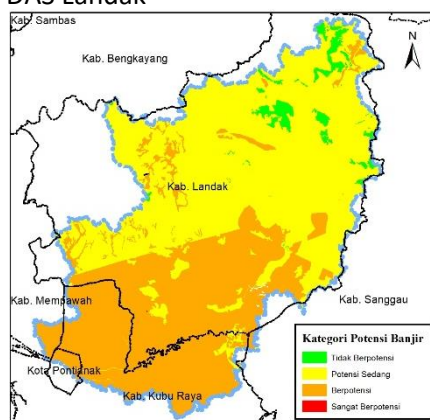
Gambar 10. Peta Zona Potensi Banjir Alami DAS Landak



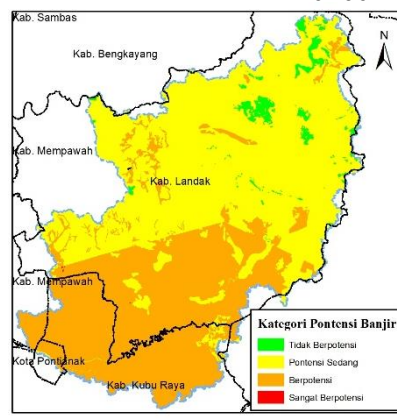
Gambar 11. Peta Zona Banjir DAS Landak Tahun 1954



Gambar 12. Peta Zona Banjir DAS Landak Tahun 1996



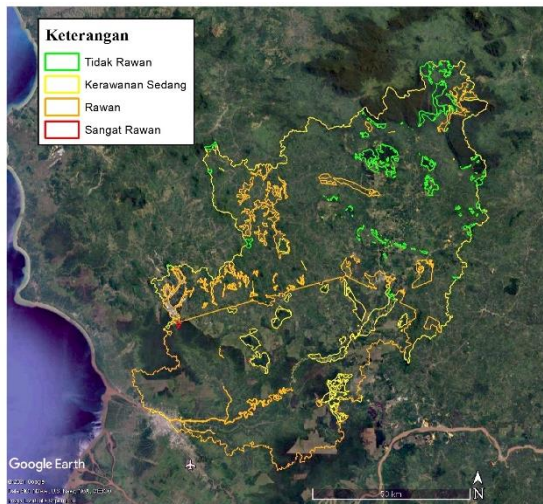
Gambar 13. Peta Zona Banjir DAS Landak Tahun 2006



Gambar 14. Peta Zona Banjir DAS Landak Tahun 2017

D. Validasi Potensi Banjir DAS Landak

Tingkat kevalidan pemetaan potensi banjir pada penelitian ini menggunakan bantuan aplikasi *google earth* dan berita kejadian banjir yang didapat dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Landak. Dari peta potensi banjir yang dimasukkan ke *google earth*, dapat dilihat bahwa daerah yang termasuk kategori tidak berpotensi dan potensi sedang memiliki lahan hutan yang masih rimbun. Sedangkan sebagian besar daerah hijau dengan kategori banjir berpotensi dan sangat berpotensi sudah tidak begitu tampak karena banyaknya hutan yang gundul di wilayah tersebut. **Gambar 14** merupakan gambar peta potensi banjir DAS Landak tahun 2017 pada aplikasi *google earth*.



Gambar 14. Peta Potensi Banjir DAS Landak Di Google Earth

Selain dari google earth, validasi juga dapat dilihat dari kejadian banjir yang di dapat dari BPBD Landak. BPBD Landak mencatat bahwa pada tahun 2017 telah terjadi beberapa bencana banjir di Kabupaten Landak. Banjir tersebut terjadi di beberapa dusun pada Kecamatan Ngabang, Menyuke, Banyuke Hulu, Meranti, Mandor, Sengah Temila, Kuala Behe, Sompak, Sebangki, dan Jelimpo. Kejadian banjir tersebut sesuai dengan hasil analisis, dimana Kecamatan Mandor memiliki zona yang termasuk kedalam zona banjir sangat berpotensi, dan yang lainnya termasuk kedalam zona banjir berpotensi.

4. PENUTUP KESIMPULAN

Perubahan penggunaan lahan berpengaruh besar terhadap zona potensi banjir. Pada zona potensi banjir alami, DAS Landak termasuk kedalam kategori tidak berpotensi seluas 2.484 km² dan kategori banjir potensi sedang seluas 5.436 km². Adanya tata guna lahan menyebabkan DAS Landak termasuk dalam kategori tidak berpotensi hingga berpotensi di tahun 1954, dimana zona berpotensi memiliki luas sebesar 1.312 km². Di tahun 1996, 2006, dan 2017 DAS Landak termasuk dalam kategori tidak berpotensi hingga sangat berpotensi, dimana zona berpotensi memiliki luas 3.225 km² ditahun 1996, 3.260 km² ditahun 2006, dan 3201 km² di tahun 2017, sedangkan zona sangat berpotensi memiliki luas sebesar 0,2 km² ditahun 1996, 0,1 km² ditahun 2006, dan 0,7 km² ditahun 2017. Saran yang dapat diambil dalam upaya meminimalisir potensi banjir yaitu, perlu adanya pengendalian pemanfaatan ruang terutama pada wilayah dengan kategori berpotensi banjir dan kategori banjir sangat berpotensi seperti normalisasi sungai, pengayaan vegetasi dengan menanam pohon di lahan kritis, dan menambah luasan kawasan lindung, perlu dilakukannya sosialisasi dari pemerintah kepada masyarakat di DAS Landak seperti pendekatan dan pendidikan agar dapat memahami pentingnya menjaga lingkungan dan pentingnya mengelola lingkungan untuk meminimalisir daerah berpotensi banjir, pemerintah perlu melakukan penindakan tegas untuk pembukaan lahan tambang yang ilegal terutama di area berpotensi banjir seperti menetapkan peraturan penutupan lahan tambang ilegal atau menetapkan sanksi yang keras terhadap pelanggar aturan usaha tanpa izin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing Ibu Dr. Henny Herawati, ST, MT dan Bapak Kiki Prio Utomo, S.T, M.Sc atas bimbingan, masukan, serta saran dalam menyelesaikan Tugas

Akhir ini serta kepada keluarga dan semua pihak yang terlibat telah banyak membantu penulis selama proses pengerjaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Edisi Kelima*. Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada.
- BPBD Kabupaten Landak. 2018. *Rekapitulasi Kejadian Bencana BPBD Kabupaten Landak Tahun 2017*. Ngabang : Badan Penanggulangan Bencana Daerah.
- Darmawan, M dan Theml, S. 2008. *Katalog Methodologi Penyusunan Peta Geo Hazard Dengan GIS*. Banda Aceh: Badan Rehabilitasi dan Rekonstruksi (BRR) NAD-Nias.
- Dirjen Reboisasi & Rehabilitasi Lahan. 1998. *Pedoman Penyusunan Rencana Teknik Lapangan Rehabilitasi Lahan Dan Konservasi Tantai Di Daerah Aliran Sungai*. Departemen Kehutanan: Jakarta.
- Dwiati dan Sukur. 2015. *Penentuan Tingkat Kerentanan Banjir Secara Geospasial*. Semarang. Universitas Stikubank Semarang.
- Paimin, Pramono, dan Purwanto. 2012. *Sistem Perencanaan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Balai Penelitian Teknologi Kehutanan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BTPKPDAS). Bogor.
- Peraturan Direktur Jenderal Planologi Kehutanan Nomor : P. 3/VII-IPSDH/2014 tentang Petunjuk Teknis Penggambaran dan Penyajian Peta Kehutanan.
- Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia No: P. 32/Menhut-II/2009 tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTKRHL-DAS).
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor : 25/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Data dan Informasi Geospasial Infrastruktur Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Pratomo dan Wahyuningtyas. 2015. *Identifikasi Potensi Multi-Bencana Di Kabupaten Landak Kalimantan Barat*. Universitas Diponegoro. Semarang.