

KLASIFIKASI TINGKAT KEBAKARAN BERDASARKAN TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL 2A (STUDI KASUS: KABUPATEN ROKAN HULU)

Rahma Dewi Pomey¹, Fajrin² Defwaldi²

Mahasiswa Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang #1
Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang #2

ABSTRAK

Kebakaran hutan yang terjadi di Kabupaten Rokan Hulu telah menjadi pusat perhatian dikarenakan sulitnya penentuan wilayah secara spesifik. Wilayah kebakaran ini berada di areal perbukitan, sehingga sulit untuk memadamkannya. Sedangkan data kebakaran hanya berupa titik api maka perlunya dilakukan pemetaan lahan kebakaran di Kabupaten Rokan Hulu agar dapat mengetahui daerah kebakaran secara spesifik, serta dapat melakukan upaya pencegahan dan tindakan penanganan pasca kebakaran hutan dan lahan di Indonesia terutama pada daerah-daerah yang rawan perlu mendapat perhatian khusus, untuk mencegah kerugian yang lebih besar lagi. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi tingkat keparahan kebakaran di Kabupaten Rokan Hulu berdasarkan hasil interpretasi citra Sentinel 2-A tahun 2022, memetakan luasan area terbakar di Kabupaten Rokan Hulu berdasarkan tingkat keparahan tutupan lahan menggunakan citra Sentinel 2-A tahun 2022. Metode yang digunakan adalah NBR (Normalized Burned Ratio) dengan analisis multiwaktu citra sebelum terjadinya kebakaran (Prefire) dan setelah terjadinya kebakaran (Postfire). Uji akurasi dilakukan dengan menggunakan data Hotspot dan didapatkan hasil tingkat kepercayaan 94,7 %. Berdasarkan hasil analisis, luas keparahan terbakar tinggi berada pada wilayah Rokan IV Koto dengan luasan 0,63 Ha, kelas pertumbuhan pasca kebakaran tinggi terluas terdapat di Kecamatan Bonai Darussalam 501,53 Ha.

Kata Kunci: Kebakaran Hutan, NBR, RBR, Hotspot, Tingkat Keparahannya

Corresponding Author:

Rahma Dewi Pomey,
Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik,
Institut Teknologi Padang,
Alamat.
E-mail: rahmadewipomeyy@gmail.com

A. PENDAHULUAN

Hutan di Indonesia merupakan kekayaan beranekaragam sumberdaya hayati dimana menjadi sumber pangan dan obat-obatan bagi bangsa Indonesia. Akan tetapi semakin tahun luas hutan Indonesia semakin menurun, banyak hutan rusak akibat bencana alam maupun dari ulah manusia itu sendiri. Salah satu masalah bencana alam yang banyak merusak habitat hutan adalah masalah kebakaran hutan. Kebakaran hutan adalah sebuah kejadian terbakarnya bahan bakar di hutan oleh api dan terjadi secara luas tidak terkendali. Syaufina

(2008) mengemukakan bahwa kebakaran hutan adalah suatu kejadian di mana api melalap bahan bakar bervegetasi, yang terjadi di dalam kawasan hutan yang menjalar secara bebas dan tidak terkendali. Kebakaran hutan berbeda pengertiannya dengan kebakaran lahan, dimana perbedaannya terletak pada lokasi kejadiannya. Kebakaran hutan yaitu kebakaran yang terjadi di dalam kawasan hutan, sedangkan kebakaran lahan adalah kebakaran yang terjadi diluar kawasan hutan (Pubowaseso, 2004). Luas areal kebakaran hutan dan lahan (karhutla) di Indonesia sepanjang 2021 meningkat dibandingkan pada tahun 2020. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), hutan dan lahan yang terbakar di Indonesia mencapai 354.582 hektare atau mengalami peningkatan 19,4% dibandingkan 296.942 Ha pada tahun 2020.

Kepala Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Riau, M Edy Afrizal mengatakan karhutla kini masih berlangsung di Provinsi Riau total luas lahan terbakar dari 1 Januari 2022 sampai hari ini adalah 332,28 ha. Karhutla mulai terjadi sejak awal tahun ini karena cuaca di Riau cukup panas dan kering. Titik panas juga banyak bermunculan di sejumlah area. Salah satu wilayah Provinsi Riau yang banyak ditemukan jumlah titik api adalah di Kabupaten Rokan. Berdasarkan SK Kementrian Kehutanan nomor 314 tahun 2016, luas kawasan hutan yang ada di Kabupaten Rokan Hulu adalah seluas 366.023 Ha. Dimana kawasan hutan tersebut terbagi atas 75.505 Ha hutan lindung, 39.037 Ha hutan produksi, 133.844 Ha hutan produksi konservasi, 116.284 Ha hutan produksi, dan 1.353 Ha kawasan suaka alam. Hutan di Kabupaten Rokan Hulu saat ini telah menurun kualitasnya, untuk mengurangi tekanan masyarakat terhadap hutan, maka masyarakat sekitar hutan perlu diberdayakan dalam pengelolaan lahan agar tidak terjadinya kerusakan hutan lebih lanjut. Kawasan konservasi yang berada di Kabupaten Rokan Hulu salah satunya Hutan Lindung Bukit Suligi yang ikut terbakar dan upaya pemadaman karhutla di Hutan Lindung Bukit Suligi terkendala sulitnya akses menuju lokasi serta tidak adanya sumber air.

Kebakaran hutan yang terjadi di Kabupaten Rokan Hulu telah menjadi pusat perhatian dikarenakan sulitnya penentuan wilayah terdampak secara spesifik. Dan wilayah kebakaran ini berada di areal perbukitan, sehingga sulit untuk memadamkannya. Sedangkan data kebakaran hanya berupa titik api maka perlunya dilakukan pemetaan lahan kebakaran di Kabupaten Rokan Hulu agar dapat mengetahui daerah kebakaran secara spesifik, serta dapat melakukan upaya pencegahan dan tindakan penanganan pasca kebakaran hutan dan lahan di Indonesia terutama pada daerah-daerah yang rawan perlu mendapat perhatian khusus, untuk mencegah kerugian yang lebih besar lagi (Talakua dan Sedyono., 2018). Dalam melakukan pemetaan lahan terbakar diperlukan teknologi yang cepat serta bisa dimana saja, salah satunya teknologi Penginderaan Jauh. Teknologi penginderaan jauh merupakan teknologi yang dirancang untuk mengindera bumi dari jarak jauh (mengggunakan satelit atau wahana udara) guna mengimbangi kecepatan perubahan objek dinamik di permukaan bumi (Rijal dkk., 2019, Syam., 2022).

Berdasarkan urain mengenai permasalahan kebakaran hutan diatas perlu dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi tingkat keparahan kebakaran hutan di Kabupaten Rokan Hulu dengan melakukan interpretasi Citra Sentinel 2-A tahun 2022 dan selajutnya dilakukan pemetaan luasan area terbakar berdasarkan tingkat keparahan tutupan lahan menggunakan Citra Sentinel 2-A.

B. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Kabupaten Rokan Hulu terbentuk berdasarkan Undang-undang Nomor 53 Tahun 1999, tentang pembentukan 8 Kabupaten/Kota di Provinsi Riau yang diresmikan oleh Menteri Dalam Negeri tanggal 12 Oktober 1999 di Jakarta dan diresmikan oleh Gubernur Provinsi Riau dan Operasional Pemerintah Daerah tanggal 5 Desember 1999. Semenjak terbentuk Kabupaten Rokan Hulu pada tahun 2000 sampai tahun 2012 awal terbentuknya memiliki 7 (tujuh) Kecamatan, yaitu Kecamatan Rokan Empat Koto, Kecamatan Tandun, Kecamatan Rambah Samo, Kecamatan Rambah, Kecamatan Tambusai, Kecamatan Kepenuhan, dan Kecamatan Kunto Darussalam. Ibukota Kabupaten Rokan Hulu berkedudukan di Kota Pasir Pengaraian yang berada di Kecamatan Rambah. Pada tahun 2008 jumlah kecamatan Kabupaten Rokan Hulu bertambah

menjadi 16 Kecamatan setelah keluar Peraturan Daerah Nomor 9 Tahun 2008 tanggal 30 April 2008 yang menyatakan Kecamatan Rokan Empat Koto pecah menjadi Kecamatan Rokan IV Koto dan Kecamatan Pendalian IV Koto, dan juga Kecamatan Kepenuhan mekar menjadi Kecamatan Kepenuhan dan Kecamatan Kepenuhan Hulu. Kabupaten Rokan Hulu dengan luas lebih kurang 7.588 km². Penelitian ini mengkaji kebakaran hutan dan lahan yang telah terjadi di Kabupaten Rokan Hulu di Provinsi Riau menggunakan Citra Sentinel 2-A dengan metode NBR (Youn dan Jeong., 2019); Mallinis dkk., 2018)



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth, 2020)

Data Penelitian

Data primer dalam penelitian ini adalah :

1. Citra Sentinel 2-A tanggal 22 juli 2021 sumber *earthexplorer.usgs.gov* digunakan untuk analisa lahan terbakar.
2. Citra Sentinel 2-A tanggal 29 maret 2022 sumber *earthexplorer.usgs.gov* digunakan untuk analisa lahan terbakar.
3. Data Tutupan Lahan tahun 2021 digunakan sebagai acuan dalam menganalisa tingkat kebakaran berdasarkan tutupan lahan.
4. Peta Batas Administrasi Kabupaten Rokan Hulu sumber *tanahair.indonesia.go.id* sebagai acuan batas dari wilayah penelitian.

Data pembanding dalam penelitian ini adalah :

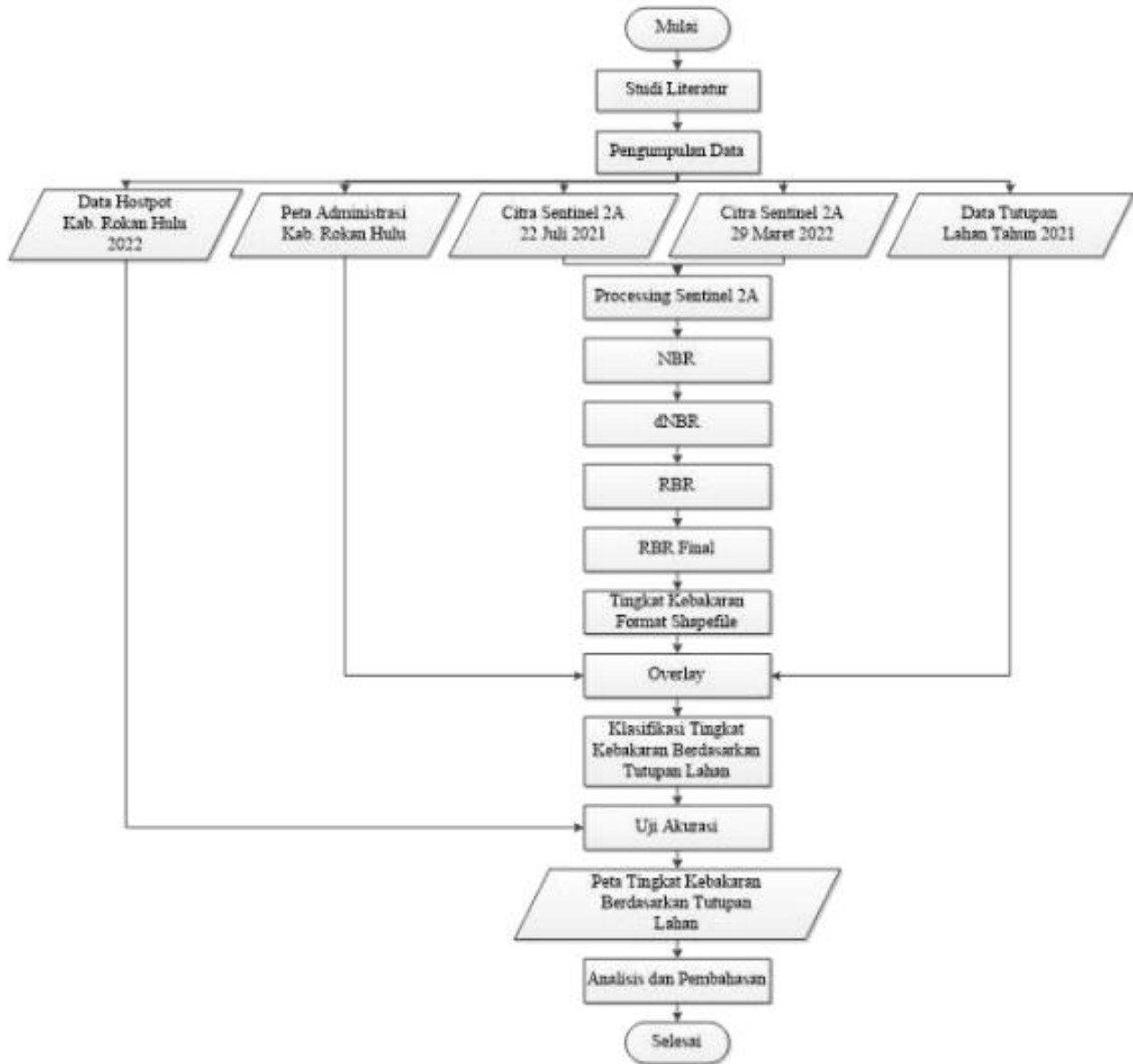
1. Data Titik Api tahun 2022 sumber *firm.modaps.eosdis.nasa.gov* sebagai uji akurasi dari hasil analisa tingkat kebakaran.

Tabel 1. Peralatan pengolahan data

No	Nama Alat	Fungsi Alat	Jumlah
1	Laptop	Sebagai <i>hardware</i> pengolahan data	1 Set
2	Software SNAP 8.0	Pengolahan citra satelit	1 Buah
3	Software ArcGIS 10.8	Analisa spasial	1 Buah
4	Software Microsoft Office 2010	Pembuatan laporan dan pengolahan data <i>Total Station</i>	1 Buah

5	Software Topcon Link	Software download data TS	1	Buah
---	-------------------------	------------------------------	---	------

Diagram Alir Penelitian



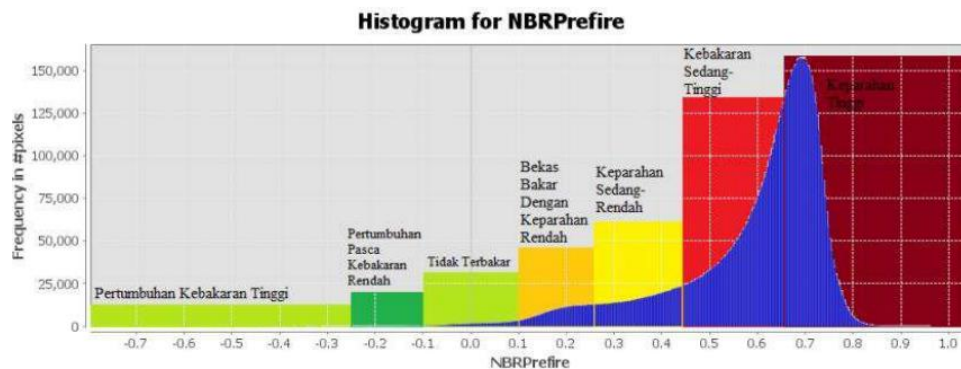
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1. Hasil Nilai Histogram NBRPrefire

Pada Gambar 3 adalah hasil nilai histogram NBRPrefire, yang didapatkan dari pengolahan data citra Sentinel 2-A sebelum terjadinya kebakaran dengan mengurangi nilai dari band 8 – band 12 / band 8 + band 12, maka didapatkan hasil NBRPrefire. Gambar histogram NBRPrefire menunjukkan bahwa pada rentang < -0,25 dengan jumlah pixel kurang dari 25.000 yaitu pertumbuhan kembali pasca kebakaran tinggi, rentang -0,25 sampai -0,1 dengan jumlah pixel dari 0 sampai 18.000 yaitu pertumbuhan kembali pasca kebakaran rendah. Untuk rentang -0,1 sampai 0,1 dengan jumlah pixel kurang dari 25.000 yaitu tidak terbakar, rentang 0,1 sampai 0,27 dengan jumlah pixel kurang dari 25.000 yaitu bekas kebakaran dengan keparahan rendah,

rentang 0,27 sampai 0,44 dengan jumlah pixel kurang dari 15.000 sampai 25.000 yaitu sedang-rendah, rentang 0,44 sampai 0,66 dengan jumlah pixel dari 25.000 sampai 130.000 yaitu keparahan sedang-tinggi, rentang > 0,66 dengan jumlah pixel dari 150.000 sampai 0 yaitu bekas bakar dengan keparahan tinggi.



Gambar 3. Histogram NBRPrefire

1.2. Hasil Nilai Histogram NBRPostfire

Pada Gambar 4 adalah hasil nilai histogram NBRPostfire, yang didapatkan dari pengolahan data citra Sentinel 2-A setelah terjadinya kebakaran dengan mengurangi nilai dari band 8 – band 12 / band 8 + band 12, maka didapatkan hasil NBRPostfire. Gambar histogram NBRPostfire menunjukkan bahwa pada rentang < -0,25 dengan jumlah pixel kurang dari 25.000 yaitu pertumbuhan kembali pasca kebakaran tinggi, rentang -0,25 sampai -0,1 dengan jumlah pixel kurang dari 25.000 yaitu pertumbuhan kembali pasca kebakaran rendah. Untuk rentang -0,1 sampai 0,1 dengan jumlah pixel 0 sampai 10.000 yaitu tidak terbakar, rentang 0,1 sampai 0,27 dengan jumlah pixel dari 10.000 sampai 30.000 yaitu bekas kebakaran dengan keparahan rendah, rentang 0,27 sampai 0,44 dengan jumlah pixel dari 30.000 sampai 135.000 yaitu keparahan sedang-rendah, rentang 0,44 sampai 0,66 dengan jumlah pixel dari 135.000 sampai 0 yaitu keparahan sedang-tinggi, rentang > 0,66 dengan jumlah pixel kurang dari 25.000 yaitu bekas bakar dengan keparahan tinggi.

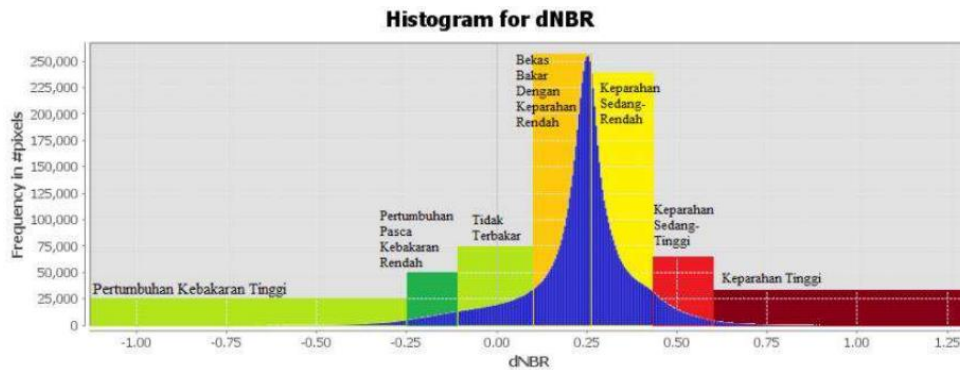


Gambar 4. Histogram NBRPostfire

1.3. Hasil Nilai Histogram dNBR

Pada Gambar 5 adalah hasil nilai histogram dNBR, yang didapatkan dari pengolahan data citra Sentinel 2-A setelah dan sesudah terjadinya kebakaran dengan mengurangi nilai NBRPrefire dikurangi dengan nilai NBRPostfire, maka didapatkan hasil dNBR. Gambar histogram dNBR menunjukkan bahwa pada rentang < -0,25 dengan jumlah pixel kurang dari 25.000 yaitu pertumbuhan kembali pasca kebakaran tinggi, rentang -0,25 sampai -0,1 dengan jumlah pixel 5 sampai 15.000 yaitu pertumbuhan kembali pasca kebakaran

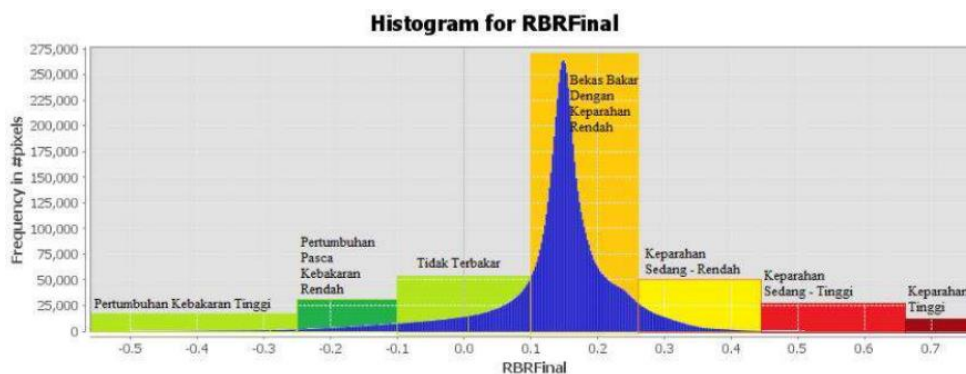
rendah. Untuk rentang -0,1 sampai 0,1 dengan jumlah pixel 15.000 sampai 30.000 yaitu tidak terbakar, rentang 0,1 sampai 0,27 dengan jumlah pixel dari 30.000 sampai 250.000 yaitu bekas kebakaran dengan keparahan rendah, rentang 0,27 sampai 0,44 dengan jumlah pixel dari 250.000 sampai 35.000 yaitu keparahan sedang-rendah, rentang 0,44 sampai 0,66 dengan jumlah pixel dari 35.000 sampai 15.000 yaitu keparahan sedang-tinggi, rentang > 0,66 dengan jumlah pixel dari 15.000 sampai 0 yaitu bekas bakar dengan keparahan tinggi.



Gambar 5. Histogram dNBR

1.4. Hasil Nilai Histogram RBR Final

Pada Gambar 6 adalah gambar histogram dari RBR Final, gambar tersebut menunjukkan bahwa pada rentang < -0,25 dengan jumlah pixel kurang dari 25.000 yaitu pertumbuhan kembali pasca kebakaran tinggi, rentang -0,25 sampai -0,1 dengan jumlah pixel dari 0 sampai 15.000 yaitu pertumbuhan kembali pasca kebakaran rendah. Untuk rentang -0,1 sampai 0,1 dengan jumlah pixel 25.000 sampai 50.000 yaitu tidak terbakar, rentang 0,1 sampai 0,27 dengan jumlah pixel tertinggi mencapai 225.000 yaitu bekas kebakaran dengan keparahan rendah, rentang 0,27 sampai 0,44 dengan jumlah pixel kurang dari 60.000 yaitu keparahan sedang-rendah, rentang 0,44 sampai 0,66 dengan jumlah pixel kurang dari 25.000 yaitu keparahan sedang-tinggi, rentang > 0,66 dengan jumlah pixel kurang dari 25.000 yaitu bekas bakar dengan keparahan tinggi.

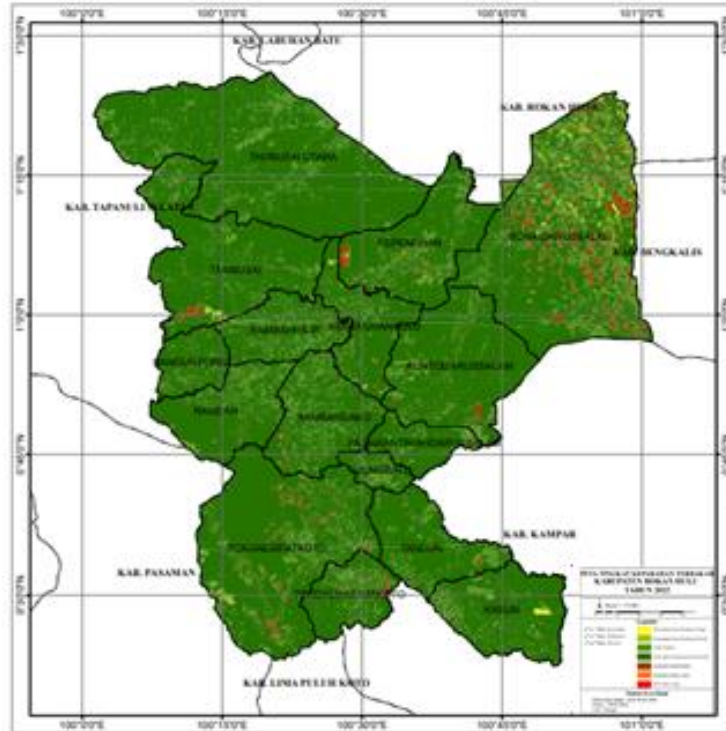


Gambar 6. Histogram RBR Final

Dari histogram diatas dapat dilihat bahwa tingkat keparahan sedang-tinggi dan keparahan tinggi tidak terlihat jelas secara signifikan dikarenakan daerah penelitian yang luas yaitu satu Kabupaten Rokan Hulu, dan tidak semua kecamatan yang terjadi kebakaran pada rentang waktu yang sama pada penelitian ini.

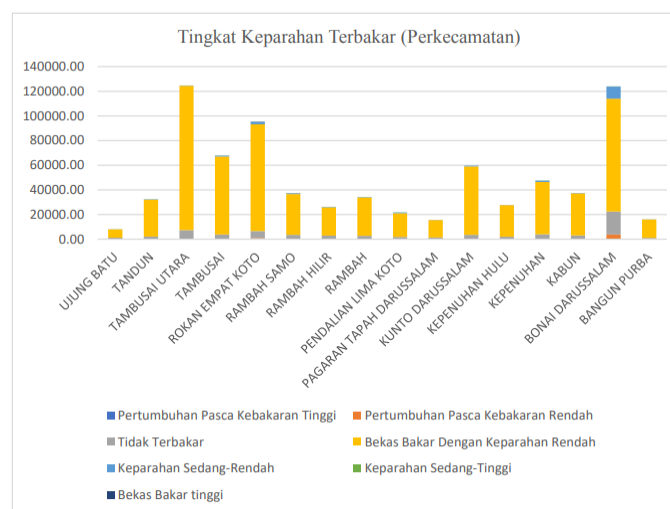
1.5. Hasil Klasifikasi Tingkat Kebakaran di Kabupaten Rokan Hulu

Berdasarkan hasil analisis Citra Sentinel 2-A tahun 2021 dengan menggunakan data yang diambil pada 22 Juli 2021 sebagai data sebelum kebakaran dan 29 Maret 2022 sesudah kebakaran, dilakukan proses pengolahan pada software Snap dan selanjutnya diolah dan di layout pada software ArcMap dan didapatkan hasil berupa klasifikasi tingkat kebakaran di Kabupaten Rokan Hulu tahun 2022 yang dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Peta Tingkat kebakaran

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwasanya klasifikasi tingkat kebakaran hutan dibagi menjadi 7 Kelas yaitu: Pertumbuhan pasca kebakaran tinggi, pertumbuhan pasca kebakaran rendah, tidak terbakar, bekas bakar dengan keparahan rendah, keparahan sedang-rendah, keparahan sedang-tinggi, bekas bakar tinggi. Selanjutnya dilakukan perhitungan luasan tingkat keparahan terbakar menurut kecamatan di Kabupaten Rokan Hulu, dengan hasil yang dapat dilihat pada Gambar 8.

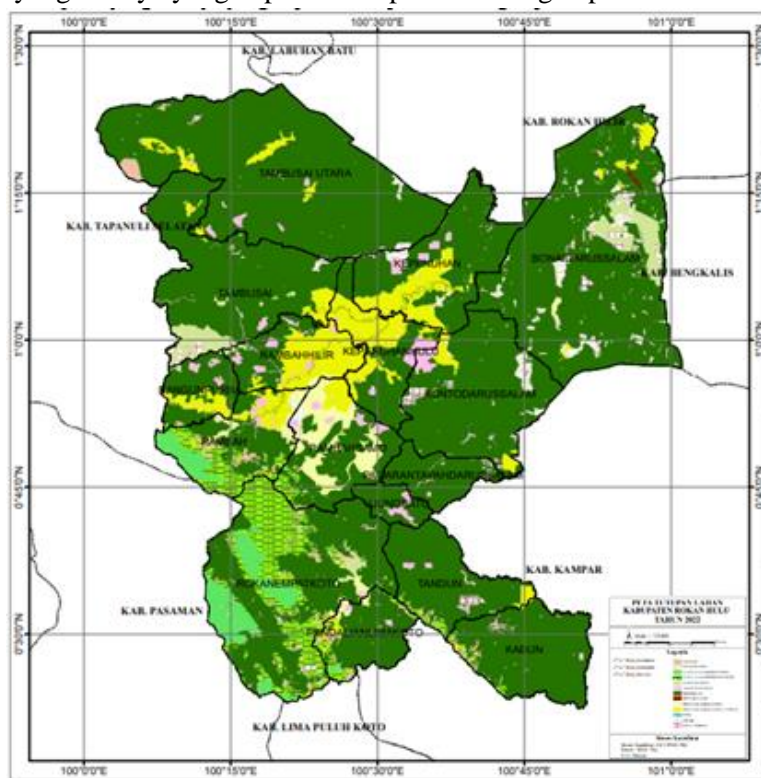


Gambar 8. Diagram Luasan Terbakar Per Kecamatan

Berdasarkan hasil analisis di Kabupaten Rokan Hulu didapatkan hasil luasan setiap kelas kebakaran menurut kecamatan, kelas Keparahan Sedang-Tinggi terluas terdapat di Kecamatan Rokan Empat Koto dengan luas 60,02 Ha, kelas Keparahan Sedang-Rendah terdapat di Kecamatan Bonai Darussalam dengan luas 9.923,55 Ha, kelas Bekas Bakar dengan Keparahan Rendah terluas terdapat di Kecamatan Tambusai Utara dengan luas 117.057,91 Ha, kelas Tidak Terbakar terdapat di Kecamatan Bonai Darussalam dengan luas 18.555,21 Ha, kelas Pertumbuhan Pasca Kebakaran Rendah terluas terdapat di Kecamatan Bonai Darussalam dengan luas 3.343,83 Ha, Kelas Pertumbuhan Pasca Kebakaran Tinggi terluas terdapat di Kecamatan Bonai Darussalam 501.53 Ha, Kelas Bekas Bakar Tinggi terdapat di Kecamatan Rokan IV Koto dengan luasan 0,63 Ha.

1.6. Hasil Luasan Klasifikasi Tingkat Kebakaran Berdasarkan Tutupan Lahan di Kabupaten Rokan Hulu Tahun 2022

Tutupan lahan Kabupaten Rokan Hulu didominasi oleh Lahan Perkebunan yang dapat dilihat pada Gambar 9 dan 13 jenis yang lainnya yang dapat dilihat pada keterangan peta.



Gambar 9. Peta Luasan Kalsifikasi Tingkat Kebakaran Berdasarkan Tutupan Lahan

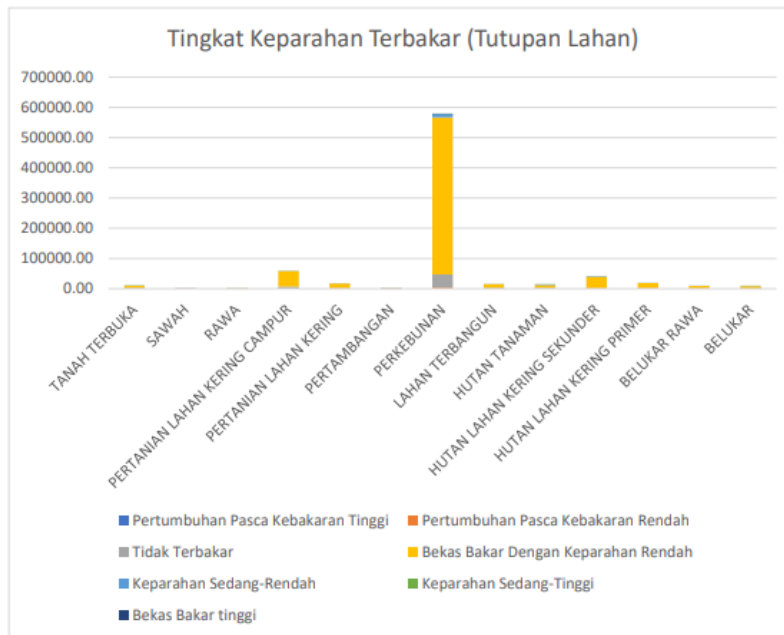
Pada data tutupan lahan didapatkan hasil luasan tiap-tiap tutupan lahan yang berada di Kabupaten Rokan Hulu seperti pada Tabel 4.2 hasil luasan tutupan lahan di Kabupaten Rokan Hulu.

Tabel 2. Hasil Luasan Kalsifikasi Tingkat Kebakaran Berdasarkan Tutupan Lahan

Tutupan Lahan	Luas Terbakar (Ha)
Belukar	9.069,01
Belukar Rawa	10.084,88
Hutan Lahan Kering Primer	19.074,68

Hutan Lahan Kering Sekunder	39.534,61
Hutan Tanaman	14.182,26
Lahan Terbangun	15.437,56
Perkebunan	578.722,29
Pertambangn	213,30
Pertanian Lahan Kering	17.767,54
Pertanian Lahan Kering Campur	59.109,25
Rawa	332,76
Sawah	684,89
Tanah Terbuka	10.180,60
Total	774.393,63

Dari pengolahan data tersebut didapatkan hasil luasan klasifikasi tingkat kebakaran berdasarkan tutupan lahan di Kabupaten Rokan Hulu 2022 yang dapat dilihat pada Gambar 10.

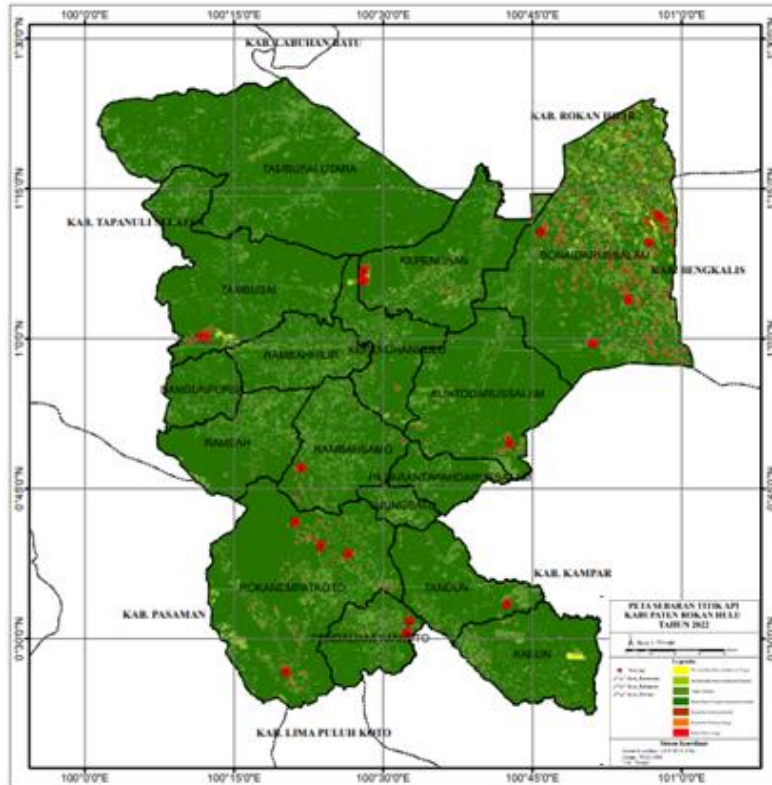


Gambar 10. Luasan Terbakar Berdasarkan Tutupan Lahan

Pada Kabupaten Rokan Hulu terdapat 13 jenis tutupan lahan yaitu, Tanah Terbuka, Sawah, Rawa, Pertanian Lahan Kering Campur, Pertanian Lahan Kering, Pertambangan, Perkebunan, Lahan Terbangun, Hutan Tanaman, Hutan Lahan Kering Sekunder, Hutan Lahan Kering Primer, Belukar Rawa, Belukar. Dari 13 jenis tutupan lahan yang ada di Kabupaten Rokan Hulu, Luas Bekas Bakar Tinggi terdapat pada Hutan Lahan Kering Sekunder dengan luasan mencapai 0,61 Ha, Kelas Keparahan Sedang Tinggi terdapat pada Hutan Lahan Kering Sekunder dengan luasan mencapai 47,94 Ha, Kelas Keparahan Sedang Rendah terdapat pada perkebunan dengan luasan mencapai 12.272,14 Ha, Kelas Keparahan Rendah terdapat pada perkebunan dengan luasan mencapai 519.010,31 Ha, Kelas Tidak Terbakar terdapat pada perkebunan dengan luasan mencapai 43.271,11 Ha, Kelas Pertumbuhan Pasca Kebakaran Rendah terdapat pada perkebunan dengan luasan mencapai 3.505,49 Ha, Kelas Pertumbuhan Pasca Kebakaran Tinggi terdapat pada perkebunan dengan luasan mencapai 635,18 Ha.

1.7. Uji Akurasi

Gambar 11 adalah gambar peta sebaran titik api dengan klasifikasi tingkat keparahan terbakar, sebaran titik api ini berguna untuk menguji akurasi area terbakar. Pada penelitian ini mendapatkan hasil uji akurasi 94,7% dengan kelas tingkat kepercayaan tinggi, yang mana dari total 19 titik api yang ada, satu titik api tidak berada pada kawasan terbakar.



Gambar 11. Peta Sebaran Titik Api

D. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan pada tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis di Kabupaten Rokan Hulu didapatkan hasil luasan setiap kelas kebakaran menurut Kecamatan, kelas Keparahan Sedang-Tinggi terluas terdapat di Kecamatan Rokan Empat Koto dengan luas 60,02 Ha, kelas Bekas Bakar dengan Keparahan Rendah terluas terdapat di Kecamatan Tambusai Utara dengan luas 117.057,91 Ha, Kelas Pertumbuhan Pasca Kebakaran Tinggi terluas terdapat di Kecamatan Bonai Darussalam 501,53 Ha, Kelas Bekas Bakar Tinggi terdapat di Kecamatan Rokan IV Koto dengan luasan 0,63 Ha.
2. Pada Kabupaten Rokan Hulu terdapat 13 jenis tutupan lahan yaitu, Tanah Terbuka, Sawah, Rawa, Pertanian Lahan Kering Campur, Pertanian Lahan Kering, Pertambangan, Perkebunan, Lahan Terbangun, Hutan Tanaman, Hutan Lahan Kering Sekunder, Hutan Lahan Kering Primer, Belukar Rawa, Belukar. Dari 13 jenis tutupan lahan yang ada di Kabupaten Rokan Hulu, Luas Bekas Bakar Tinggi terdapat pada Kelas Keparahan Rendah terdapat pada perkebunan dengan luasan mencapai 519.010,31 Ha, Kelas Pertumbuhan Pasca Kebakaran Tinggi terdapat pada perkebunan dengan luasan mencapai 635,18 Ha.

E. DAFTAR PUSTAKA

- KLHK. (2021). *Rekapitulasi Luas Kebakaran Hutan dan Lahan (ha) Per Provinsi di Indonesia Tahun 2011-2016*. Jakarta: KLHK.
- Mallinis, G., Mitsopoulos, I., & Chrysafi, I. (2018). Evaluating and comparing Sentinel 2A and Landsat-8 Operational Land Imager (OLI) spectral indices for estimating fire severity in a Mediterranean pine ecosystem of Greece. *GIScience & Remote Sensing*, 55(1), 1-18.
- Purbowaseso, I. B. (2004). *Pengendalian kebakaran hutan: suatu pengantar*. Rineka Cipta.
- Rijal, S., Barkey, R. A., Nursaputra, M., Ardiansah, T., Tahir, M. A. S., & Radeng, A. K. (2019). *Penginderaan Jauh dalam bidang kehutanan*. Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.
- Syam, M. A. H. (2022). *Identifikasi Tingkat Kerawanan Kebakaran Hutan Dan Lahan Berdasarkan Tutupan Lahan 2020 Dan Arahkan Pola Ruang Di Kabupaten Wajo= Identification of vulnerability forest and land fires based on 2020 spatial and land cover patterns in Wajo* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Talakua, P., & Sedyono, E. (2018). Analisis Rawan Kebakaran Hutan Di Seram Maluku Berbasis Citra Landsat 8 Menggunakan Metode Inverse Distance Weighted. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 4(3), 511-520.
- USGS. (2020b). *Using the USGS Landsat Level-1 Data Product*. Dikutip di <https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat/using-usgs-landsat-level1-dataproduct> November 2022.
- Youn, H., & Jeong, J. (2019). Detection of forest fire and NBR mis-classified pixel using multi-temporal Sentinel-2A images. *Korean Journal of Remote Sensing*, 35(6_2), 1107-1115.