

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kementerian Komunikasi dan Digital melalui Direktorat Jenderal Infrastruktur dan Digital (sebelumnya dikenal dengan Ditjen SDPPI atau Direktorat Jenderal Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Informatika) memiliki tanggung jawab penting dalam pengelolaan serta *perizinan* spektrum frekuensi radio di Indonesia (Ditjen SDPPI, 2021). Spektrum frekuensi radio merupakan salah satu sumber daya alam yang terbatas namun memiliki nilai strategis yang sangat tinggi, sehingga pemanfaatannya harus dilakukan secara tertib, efisien, dan sesuai dengan peruntukannya (Setiawan, D., 2010).

Pemanfaatan spektrum frekuensi radio mencakup berbagai sektor vital, antara lain jaringan telekomunikasi, penyelenggaraan telekomunikasi khusus, penyiaran, navigasi dan keselamatan, Amatir Radio dan KRAP, hingga sistem peringatan dini bencana alam (Kemenkominfo, 2018, p. 9). Dengan cakupan yang begitu luas, keberadaan spektrum menjadi tulang punggung dalam mendukung layanan publik, industri, serta kebutuhan masyarakat modern. Menurut ITU (2020), spektrum ini dikategorikan sebagai sumber daya alam yang dikuasai oleh negara dan harus dikelola secara optimal.

Apabila spektrum frekuensi radio tidak diatur secara baik, maka berbagai risiko serius dapat muncul. Interferensi antar pengguna akan semakin sering terjadi, menyebabkan gangguan komunikasi pada layanan darurat, sistem keselamatan penerbangan, navigasi maritim, hingga komunikasi militer dan pemerintahan (Gea, 2022). Kondisi ini bukan hanya berimplikasi pada terganggunya layanan komersial seperti telekomunikasi seluler, tetapi juga dapat mengancam keselamatan publik dan stabilitas nasional. Priyatna & Triloka (2024) menegaskan bahwa penyalahgunaan spektrum dapat

menimbulkan gangguan yang berpotensi fatal jika tidak terdeteksi sejak dini. Dengan demikian, pengawasan dan pengaturan spektrum bukan sekadar kebutuhan administratif, tetapi merupakan keharusan strategis untuk menjamin keamanan dan keteraturan komunikasi nasional.

Saat ini Ditjen Infrastruktur Digital menghadapi tantangan yang semakin kompleks dalam pengelolaan spektrum. Lebih dari 500 ribu izin harus dikelola dengan melibatkan sekitar 23 ribu klien setiap tahunnya. Khusus di wilayah Sumatera Selatan, terdapat sekitar 50 ribu izin atau sertifikat yang harus diawasi setiap tahun. Proses perizinan ini meliputi tahapan pra-perizinan, verifikasi, analisa teknis, otorisasi, hingga pasca-perizinan. Dengan keterbatasan sumber daya manusia, beban kerja yang besar sering kali menyulitkan tim pengawas untuk memastikan seluruh permohonan diperiksa secara cermat dan akurat.

Selain itu, fenomena penyalahgunaan spektrum juga menjadi tantangan besar. Bentuk penyalahgunaan dapat berupa penggunaan tanpa izin, pemalsuan data dalam pengajuan, maupun pelanggaran teknis terhadap batasan yang telah ditentukan. Dengan semakin canggihnya modus operandi pelaku, deteksi manual sering kali tidak efektif. Akibatnya, pelanggaran dapat berlangsung dalam jangka waktu lama sebelum akhirnya teridentifikasi. Hal ini menimbulkan risiko terjadinya interferensi yang berpotensi mengganggu stabilitas komunikasi pada sektor-sektor vital yang sebelumnya telah disebutkan.

Untuk menjawab tantangan tersebut, penerapan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) dapat menjadi solusi strategis. AI memiliki kemampuan untuk menganalisis pola penggunaan spektrum dalam jumlah besar, mendeteksi anomali, serta mengidentifikasi aktivitas mencurigakan yang berpotensi menjadi pelanggaran (Wahyudi, 2023). Beberapa metode deteksi anomali yang populer digunakan di berbagai bidang,

antara lain Isolation Forest dan Local Outlier Factor (LOF). Isolation Forest bekerja dengan membangun pohon keputusan untuk mengisolasi data yang berbeda dari mayoritas (Dewa & Windarto, 2024), sedangkan LOF menggunakan pendekatan berbasis kepadatan untuk menemukan titik data yang berbeda signifikan dari kelompoknya (Fitri et al., 2024).

Melalui penelitian ini, akan dilakukan perbandingan efektivitas antara metode Isolation Forest dan LOF dalam mendeteksi penyalahgunaan perizinan spektrum frekuensi radio. Analisis dilakukan terhadap data perizinan yang tersedia untuk mengukur sejauh mana kedua metode tersebut mampu mengidentifikasi pola anomali dengan cepat dan akurat. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi Ditjen Infrastruktur Digital dalam mengadopsi teknologi AI sebagai sistem pendukung pengawasan spektrum.

Dengan integrasi teknologi AI serta penguatan sanksi dari tim pengawas, pengawasan spektrum frekuensi radio dapat berjalan secara lebih otomatis, real-time, dan efektif. Hal ini tidak hanya akan mengurangi beban kerja staf, tetapi juga meningkatkan kepatuhan terhadap regulasi. Lebih jauh lagi, teknologi AI dapat membantu perencanaan spektrum yang lebih optimal guna mendukung pertumbuhan industri telekomunikasi dan kebutuhan masyarakat yang semakin berkembang. Oleh karena itu, investasi dalam pengembangan dan penerapan AI dalam pengawasan spektrum frekuensi radio merupakan langkah strategis yang perlu dilakukan pemerintah. Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis mengajukan penelitian dengan judul "**Pendekatan Berbasis AI untuk Mendeteksi Penyalahgunaan Perizinan Frekuensi Radio**".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan metode *Isolation Forest* dan LOF untuk mendeteksi anomali dalam data perizinan frekuensi radio?
2. Algoritma mana yang lebih efektif dalam mengidentifikasi penyalahgunaan perizinan frekuensi radio?
3. Rekomendasi langkah tindak lanjut apa yang dapat disarankan untuk meningkatkan kepatuhan terhadap regulasi?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus, beberapa batasan masalah yang ditetapkan adalah:

1. Fokus pada Data Perizinan Frekuensi Radio: Penelitian ini hanya menganalisis data perizinan spektrum frekuensi radio.
2. Perbandingan Dua Metode AI: Penelitian ini hanya membandingkan *Isolation Forest* dan *Local Outlier Factor* (LOF) dalam mendeteksi anomali.
3. Lingkup Geografis: Studi kasus akan difokuskan pada Balai Monitor Spektrum Frekuensi Radio di wilayah Sumatera Selatan.
4. Evaluasi Model: Pengukuran performa model akan dilakukan berdasarkan metrik seperti *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score*.

1.4 Tujuan Penelitian

Dalam mengarahkan penelitian dan memberikan pemahaman yang jelas tentang apa yang ingin dicapai melalui penelitian ini, maka ditetapkan tujuan penelitian yaitu:

1. Mengembangkan sistem deteksi anomali berbasis AI dengan membandingkan *Isolation Forest* dan LOF.
2. Menganalisis dan mengevaluasi kelebihan serta kekurangan kedua algoritma dalam mendeteksi anomali pada data perizinan.

3. Mengukur efektivitas dan akurasi dari kedua metode dengan menggunakan metrik evaluasi seperti *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score*.
4. Menampilkan hasil deteksi data baru ke dalam *dashboard* intelijen interaktif yang menampilkan *heatmap* penyalahgunaan berupa pelanggaran frekuensi atau penyimpangan parameter teknis, rekomendasi langkah tindak lanjut dan notifikasi instan dilengkapi dengan *confidence scoring*, sebagai sistem rekomendasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberi manfaat yang signifikan, baik dalam konteks akademik maupun praktis. Berikut adalah beberapa manfaat potensial dari penelitian ini:

1. Bagi Pemerintah: Membantu Ditjen Infrastruktur Digital dalam meningkatkan efektivitas pengawasan terhadap penggunaan spektrum frekuensi radio.
2. Bagi Akademisi: Memberikan kontribusi dalam pengembangan metode deteksi anomali berbasis AI pada domain telekomunikasi.
3. Bagi Masyarakat: Menjamin penggunaan spektrum frekuensi yang lebih tertib dan mengurangi risiko interferensi yang dapat mengganggu layanan komunikasi publik.
4. Bagi Pengelola Sistem: Menyediakan rekomendasi berbasis data tentang metode deteksi anomali yang paling efektif untuk implementasi di sistem pengawasan perizinan frekuensi radio.

1.6 Ruang Lingkup

Penelitian ini menghadirkan kebaruan dalam penerapan kecerdasan buatan untuk mendeteksi penyalahgunaan perizinan frekuensi radio dengan membandingkan dua algoritma deteksi anomali, yaitu *Isolation Forest* dan *Local Outlier Factor* (LOF). Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya hanya menggunakan pendekatan berbasis aturan atau metode statistik sederhana, penelitian ini menawarkan analisis mendalam

mengenai efektivitas kedua algoritma tersebut dalam mendeteksi anomali pada data perizinan spektrum. Perbandingan antara *Isolation Forest* dan LOF akan memberikan wawasan baru mengenai keunggulan dan kelemahan masing-masing algoritma dalam konteks data perizinan frekuensi radio, sehingga dapat menentukan metode yang paling optimal untuk meningkatkan efisiensi pengawasan.

Selain itu, penelitian ini tidak hanya berfokus pada aspek deteksi anomali, tetapi juga mengevaluasi performa model berdasarkan metrik yang lebih akurat, seperti *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score*, guna memastikan bahwa model yang digunakan memiliki tingkat keandalan yang tinggi dalam mendeteksi pola penyalahgunaan. Pendekatan ini memungkinkan penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem pengawasan spektrum yang lebih adaptif dan berbasis kecerdasan buatan. Dengan demikian, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi konkret bagi regulator dalam mengoptimalkan strategi pemantauan dan penegakan hukum terhadap penyalahgunaan perizinan frekuensi radio.

1.7 Sistematika Penulisan

Berikut ini merupakan sistematika penulisan pada Proposal Tesis:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab I berisi latar belakang, identifikasi masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, kebaruan, manfaat penelitian, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Pada bab II berisi tinjauan pustaka yang memuat penelitian-penelitian terdahulu dan landasan teori yang memuat teori-teori yang berkaitan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab III berisi waktu dan tempat penelitian, prosedur penelitian, dan jadwal penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab IV akan membahas hasil dan perbandingan hasil dari dua algoritma untuk mendeteksi anomali yang dibandingkan. Selanjutnya dilakukan pembahasan dan analisa terhadap masing-masing algoritma.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan disimpulkan hasil dari penelitian dan juga saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka berisi referensi-referensi yang digunakan sebagai landasan penelitian.