

Metode Pohon Keputusan Untuk Identifikasi *Insulator Flashover* Dengan Pengolahan Citra Digital

Ady Murdianto*, Abd. Rabi', Resi Dwi Jayanti Kartika Sari

Teknik Elektro, Universitas Merdeka Malang, Malang

*adymurdianto46@gmail.com

Abstrak— Pemeliharaan rutin seperti *Climb Up Inspection* (CUI) penting untuk menjaga keandalan penyaluran sistem tenaga transmisi di PT. PLN (Persero) UPT Malang. Untuk memastikan bahwa komponen penting seperti insulator berada dalam kondisi normal dan baik. Jika terjadi masalah dengan aliran listrik, komponen harus diganti segera untuk menghindari masalah yang memengaruhi keandalan sistem. Seringkali ditemukan anomali bahwa hasil foto yang menunjukkan *flashover* pada insulator. Karena permukaan insulator dibebani oleh medan listrik yang lebih besar daripada kapasitas ketahanan elektriknya, terjadi kegagalan isolasi. Ini disebut sebagai *flashover*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sebuah aplikasi yang mampu mengidentifikasi gambar insulator yang telah mengalami *flashover*. Dengan menggunakan pengolahan gambar digital, proses segmentasi dan ekstraksi ciri dilakukan pada citra. Pengolahan gambar seperti segmentasi, ekstraksi, dan identifikasi gambar dilakukan dengan program MatLab. Dengan menggunakan *active contour* dan luas rasio citra insulator normal dengan citra insulator *flashover*. Kategori insulator diklasifikasikan menjadi rendah, sedang, dan tinggi menggunakan metode pohon keputusan. Hasil penelitian yang dilakukan menggunakan metode pohon keputusan menunjukkan bahwa kategori rendah dengan rasio $x1$ kurang dari 0,029958, $x1$ lebih dari 0,029958, dan $x1$ lebih dari 0.109648 dianggap sebagai kategori sedang dan tinggi, masing-masing dengan akurasi 80%. Aplikasi ini dapat membantu personel di lapangan mengidentifikasi gambar insulator *flashover*, yang memungkinkan mereka untuk menangani anomali dan menjaga keandalan listrik.

Kata Kunci — *Active Contour, Citra, Flashover, Insulator, Pohon Keputusan.*

DOI: 10.22441/jte.2023.v14i3.010

I. PENDAHULUAN

Salah satu bagian tower Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) atau Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) adalah insulator. Fungsinya adalah untuk mengisolasi bagian yang bertegangan (konduktor) dari bagian yang tidak bertegangan (tanah) di dalam saluran transmisi. Insulator harus memiliki sifat elektrik dan mekanik [1]. Insulator adalah komponen yang sangat penting dalam penyaluran energi listrik. Akibatnya, sistem harus tetap andal dalam penyaluran listrik. Pemeliharaan rutin dapat mengurangi kegagalan sistem. *Climb Up Inspection* (CUI) adalah salah satu prosedur pemeliharaan rutin di PT. PLN (Persero) UPT Malang. Tujuan CUI adalah untuk memastikan bahwa komponen yang ada pada jaringan saluran transmisi dalam keadaan normal dan sesuai dengan standar. Jika ada masalah dengan penyaluran listrik, komponen

akan diganti segera untuk menghindari kerusakan pada keandalan. *Flashover* pada insulator adalah salah satu anomali yang sering terjadi [1]. Hasil pelaksanaan CUI yang digambarkan dalam bentuk gambar dapat diproses menggunakan pengolahan gambar digital. [2] Pengolahan gambar digital membantu proses pembacaan bercak *flashover* pada insulator, yang menentukan besarnya luasan yang muncul pada permukaan insulator. Foto yang dihasilkan dari pelaksanaan CUI tersebut digambarkan dan dapat diproses menggunakan pengolahan gambar digital. [3] Pengolahan gambar digital membantu proses pembacaan bercak *flashover* pada insulator, yang mengukur besarnya luasan yang muncul pada permukaan insulator. Hasil penelitian diharapkan akan membantu pelaksana pekerjaan menemukan insulator *flashover* di lapangan dan mengetahui tingkat *flashover*.

II. PENELITIAN TERKAIT

Penelitian sebelumnya banyak dilakukan suatu analisis menggunakan citra digital untuk mengetahui umur pohon dengan *growthring* [2], mendeteksi kualitas dan kesegaran susu sapi menggunakan metode *Content-based Image Retrieval* (CBIR) [3], melihat hasil perubahan citra [4], dari penelitian-penelitian tersebut didapatkan hasil gambar dan nilai akurasi yang cukup baik.

A. *Insulation (Isolasi)*

Insulation melindungi bagian yang bertegangan dari bagian yang tidak bertegangan atau tanah. Ini terjadi baik saat operasi terus menerus biasa maupun saat surja, termasuk petir terjadi di dalam saluran transmisi. Insulator yang baik harus memiliki karakteristik elektrik dan mekanik [1]. *Insulation* pada SUTT/SUTET dibagi menjadi 3 jenis yaitu *Ceramic Insulator*, *Non-ceramic Insulator* dan *Isolasi Udara (ground clearance)*.

B. *Rod Pentanahan (Grounding)*

Rod pentanahan ialah perlengkapan pembumian sistem transmisi yang digunakan guna meneruskan arus listrik dari tower SUTT dan SUTET ke tanah guna menjauhi back *flashover* pada insulator disaat *grounding* sistem terkena sambaran petir. Pentanahan tiang mengalirkan arus dari konduktor tanah akibat sambaran petir dengan menggunakan konduktor tembaga ataupun baja yang diklem pada pipa pentanahan di dekat pondasi tiang ataupun dengan menanam plat aluminium ataupun tembaga di dekat pondasi. Komponen pentanahan tiang terdiri dari konduktor pentanahan yang dibuat dari bahan konduktifitas besar klem pentanahan ataupun sepatu kabel, batang pentanahan, serta klem sambungan konduktor.

Tipe pentanahan tower SUTT/SUTET [5] Electroda Bar, Electroda Plat, *Counter poise electrode* dan *Mesh Electrode*

C. Petir

Pada keadaan tertentu, angin bisa bergerak ke atas atmosfer bumi membawa udara lembab. Jumlah udara lembab di permukaan bumi berkorelasi negatif dengan tekanan serta temperatur. Sehabis terkondensasi jadi titik-titik air, uap air membentuk awan, yang tertiuap angin kokoh sehingga terus menjadi jauh dari permukaan bumi. Sebab gravitasi Bumi, awan mengeras jadi kristal es pada ketinggian lebih dari ataupun kurang dari 5 kilometer. Pembelaan mautan listrik terjalin kala titik air hadapi perpindahan vertikal serta horizontal. Sebab aliran udara, titik air di awan hendak bersentuhan satu sama lain. Perbenturan ini hendak menimbulkan titik air menangkap muatan negatif ke udara serta membebaskan muatan positif ke udara; aliran udara setelah itu hendak membawa muatan positif ke puncak. Muatan positif mengumpul di puncak awan, sedangkan muatan negatif tadi bersama-sama tergerak turun ke dasar lewat titik air yang lebih besar. [6]

D. Flashover Insulator

Ancaman utama gangguan akibat sambaran petir pada transmisi SUTT dan SUTET adalah *Back Flashover* (BFO) dan *Shielding Failures* (SF) pada isolator saluran. Ketika petir menyambar langsung pada menara atau kawat perlindungan tanah atau *wire groundshield* di tengah atau seperempat gawang, itu disebut *back flashover* (BFO). Arus petir akan mengalir menuju kaki tower setelah kedua sambaran ini terjadi melalui sistem pembumian. dan kemudian dipantulkan kembali ke menara, menyebabkan lewat denyar atau *flashover* pada isolator. Akibatnya, isolator pecah dan mengganggu penyaluran daya listrik [6]. Gangguan *flashover* terjadi ketika isolasi sistem tegangan tinggi gagal karena loncatan api di antara insulator atau komponen listrik tegangan tinggi. Ada dua sumber kegagalan listrik pada insulator *flashover* di permukaan insulator atau rongga kecil pada dielektrik padat (porselen). Seiring berjalannya waktu, insulator akan mengalami kerusakan mekanik karena rongga kecil yang muncul sebagai akibat dari proses pembuatan yang tidak sempurna. Karena panas yang dihasilkan busur di permukaan insulator, *flashover* menyebabkan kerusakan pada insulator.

E. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan gambar digital adalah istilah yang digunakan untuk menggambar gambar dua dimensi yang diproses menggunakan komputer. Pemrosesan data dua dimensi secara keseluruhan disebut "pengolahan citra digital" dalam konteks yang lebih luas. Citra digital adalah *array*, atau larik, yang mengandung nilai yang sebenarnya dan kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu. Secara sistematis, gambar digital dapat digambarkan sebagai fungsi intensitas dari dua variabel x dan y . Fungsi $f(x,y)$ menunjukkan koordinat spasial pada bidang dua dimensi, dan $f(x,y)$ menunjukkan intensitas cahaya pada koordinat tersebut. Ciri digital adalah replika citra awal. Ada cara untuk mengubah gambar kontinu menjadi data digital. Komputer menggunakan sistem bilangan biner untuk memecahkan masalah ini. Sistem ini

memungkinkan pemrosesan gambar dengan mengekstrak data dari gambar analog awal dan mengirimkannya ke komputer dalam bentuk biner. Digitalisasi adalah istilah untuk proses ini [2].

F. Thresholding

Metode yang paling umum digunakan untuk segmentasi gambar adalah *thresholding*. Ini dapat membentuk sebuah citra biner dari sebuah gambar grayscale. Selama proses *thresholding*, nilai *threshold* adalah parameter utama proses, dan jika nilai piksel dalam gambar lebih besar daripada batas, piksel ditandai sebagai *foreground* dan *background*. Beberapa metode untuk memilih nilai *threshold* termasuk memilih nilai *threshold* secara langsung atau menggunakan algoritma *threshold*. Dalam gambar hitam-putih, ada 256 tingkat, dari "0" hingga "255", atau $[0,255]$. Nilai intensitas rendah 0 menunjukkan warna hitam, nilai intensitas tinggi 255 menunjukkan warna putih, dan nilai antara 0 dan 255 menunjukkan warna keabuan yang berada di antara hitam dan putih [5].

G. Active Contour

Active contour [7] adalah proses minimalisasi energi yang meminimalkan nilai fungsi energi objek, yang mencakup informasi tentang tepi dan properti yang mengontrol pergerakan kurva. Jumlah energi yang diperlukan untuk memenuhi fitur gambar digital dan kurva *active contour*. *Active contour* pertama kali diperkenalkan oleh Kass (1988) dengan rumus sebagai berikut [1]:

$$E_{snake} = \int_{s=0}^1 E_{int}(v(s)) + E_{img} + E_{con}(v(s)) ds \quad (1)$$

Dimana :

E_{snake} = Merupakan fungsi energi dari *active contour*

$V(s)$ = Merupakan kumpulan dari x dan y koordinat dari kurva *active contour*.

E_{int} = Merupakan energi internal dari *active contour*

E_{img} = Merupakan energi dari gambar digital yang menjadi inputan (*low level features* seperti *edge points*).

E_{con} = *High level information* yang mempengaruhi pergerakan dari kurva

H. Pohon Keputusan

Pohon keputusan digunakan dalam proses pengolahan informasi buat memprediksi masa depan dengan memakai model regresi ataupun klasifikasi dalam wujud struktur pohon.. Sesudah bagian-bagian yang lebih kecil secara bertahap dipecah, suatu pohon keputusan secara bertahap berkembang. Hasil akhir proses merupakan pohon dengan node keputusan serta node daun. Suatu node keputusan wajib mempunyai minimum 2 cabang. Dalam analisis informasi pohon keputusan sangat bermanfaat buat mengenali ikatan antara suatu variabel sasaran serta bermacam variabel potensial input. Buat sebagian metode itu digunakan selaku model akhir, namun membuat keputusan yang salah tentang eksplorasi informasi serta pemodelan selaku langkah awal proses pemodelan. Keahlian

buat melenyapkan informasi ataupun perhitungan yang tidak dibutuhkan pula ialah keuntungan dari tata cara ini. [8][9][10]

I. Confusion Matrix

Confusion Matrix umumnya digunakan buat menampilkan ikatan antara atribut kelas sesungguhnya serta prediksinya. Tidak hanya itu, digunakan buat memandang performa sesuatu model. Sisi diagonal *matrix confusion* menampilkan prediksi benar, sebaliknya sisi lain menampilkan prediksi salah. Pada tabel 1 berikut menggambarkan perbandingan kelas yang sesungguhnya dengan kelas prediksi. TP (*True Positives*) ialah banyaknya ilustrasi positif yang diklasifikasikan benar. TN (*True Negatives*) ialah banyaknya ilustrasi negatif yang diklasifikasikan benar. FN (*False Negatives*) ialah banyaknya ilustrasi positif yang diklasifikasikan salah. FP (*False Positive*) ialah banyaknya ilustrasi negatif yang diklasifikasikan salah.

Tabel 1. Confusion Matrix

	Predicted Positive Class	Predicted Negative Class
Actual Positive Class	TP	FN
Actual Negative Class	FP	TN

Akurasi, recall, dan presisi adalah ukuran dalam mengevaluasi kinerja model berdasarkan confusion matrix. Akurasi dalam *confusion matrix* adalah presentase kebenaran dari hasil prediksi pada test data, dan *recall* adalah ukuran proporsi TP. Presisi adalah ukuran proporsi TP yang diprediksi. Rumus untuk perhitungan Akurasi, Recall, Presisi diperoleh sebagai berikut :

$$\text{Akurasi} = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} \quad (2)$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3)$$

$$\text{Presisi} = \frac{TP}{FP + TP} \quad (4)$$

J. Matrix Laboratory (MATLAB)

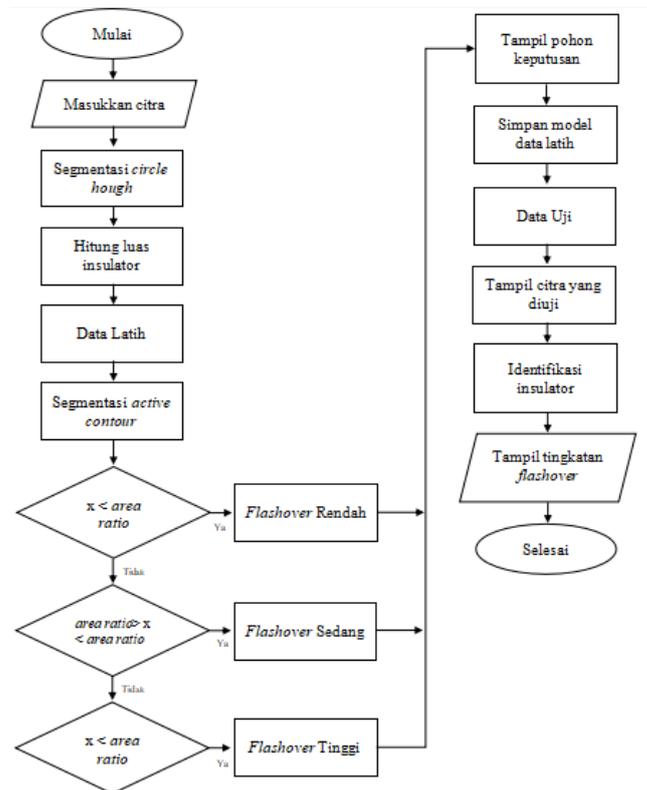
MatLab merupakan program yang dimaksudkan buat menganalisis, mengkomputasi, serta menganalisis informasi numerik. Tidak hanya itu, MatLab merupakan bahasa pemrograman matematika lanjutan dengan bawah pemikiran yang memakai wujud serta watak matriks. Pada awal mulanya program aplikasi MATLAB dibesarkan dengan bahasa FORTRAN serta digunakan buat mengumpulkan teratur numerik dari proyek LINPACK serta EISPACK. Tetapi dikala ini MATLAB merupakan produk komersial buat perusahaan *Mathworks*. Matlab merupakan area pemrograman yang mutahir dengan guna built-in yang menolong menuntaskan tugas-tugas semacam pengelolaan sinyal, aljabar linear, serta kalkulasi matematis yang lain Matlab yang ekstensibel membolehkan pengguna menulis guna baru buat dimasukkan ke dalam lembaga pustaka. Kala guna built-in tidak bisa melaksanakan pekerjaan tertentu Bila kita telah terbiasa dengan bahasa pemrograman lain semacam C, PASCAL, serta FORTRAN, keahlian program yang dibutuhkan tidak begitu susah. [11][12][13]

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian menggunakan algoritma pohon keputusan dan pengolahan gambar untuk menentukan tingkat korosi insulator. Penjelasan tentang langkah-langkah perancangan dan penerapan diberikan.

A. Perancangan Perangkat Lunak

Selama tahap perancangan perangkat lunak, MATLAB adalah aplikasi yang digunakan untuk membuat program dan antarmuka pengguna. Selanjutnya, menggunakan hasil foto yang dimasukkan sebagai input data, program dapat mengklasifikasikan dan mengidentifikasi kondisi *flashover* pada insulator. Untuk mengolah gambar digital, algoritma pohon keputusan digunakan. Selanjutnya, desain program akan dibagi menjadi beberapa bagian yang saling berhubungan, dimulai dengan program untuk halaman pelatihan dan pengujian dan program untuk menghitung luas piringan keramik insulator. Gambar 2 menunjukkan diagram flowchart dari proses pembuatan perangkat lunak.



Gambar 1. Flowchart Perangkat Lunak

Gambar 1 menampilkan *flowchart* dari aplikasi identifikasi insulator *flashover* yang dimulai dari masukkan citra insulator normal untuk melakukan segmentasi *circle hough* sehingga memperoleh nilai luas insulator. Data luas insulator digunakan pada data latih untuk menghitung rasio luas insulator dengan luas insulator *flashover*. Dengan menggunakan segmentasi *active contour* untuk menghitung nilai rasio dari kategori rendah, sedang dan tinggi. Kategori rendah apabila rasio < *area ratio*, kategori sedang berada pada nilai *area ratio* > x < *area ratio*, dan kategori tinggi dengan nilai > *area ratio*. Hasil nilai *area ratio* diperoleh dari rata-rata data yang telah diproses untuk menentukan luas *flashover* pada pelatihan data. Data yang

terkumpul akan digunakan untuk membuat pohon keputusan yang berfungsi sebagai identifikasi kategori *flashover*. Hasil dari data latih disimpan sebagai model untuk digunakan dalam pengujian data. Pengujian data dilakukan dengan memasukkan citra insulator *flashover* dan akan diidentifikasi sesuai dengan kategori *flashover*. Hasil dari data pelatihan sangat mempengaruhi dari pengujian data karena sistem mempelajari semua kategori dari pelatihan data yang dibuat

B. Pengumpulan Dataset

Dataset gambar yang digunakan berasal dari hasil inspeksi personel di PT PLN (Persero) UPT Malang. Terdiri dari 30 gambar insulator *flashover* dengan tingkat *flashover* rendah, sedang dan tinggi. Masing-masing gambar memiliki ukuran file yang berbeda, resolusi JPG masing-masing gambar adalah 2736 x 2736 pixel. Dua komponen dari dataset yang telah disiapkan sebelumnya adalah data latih dan data uji. Data latih digunakan untuk membuat model klasifikasi, dan data uji digunakan untuk mengevaluasi model klasifikasi. Tabel 2 di bawah ini menunjukkan sampel insulator dari berbagai kategori yang akan diidentifikasi.

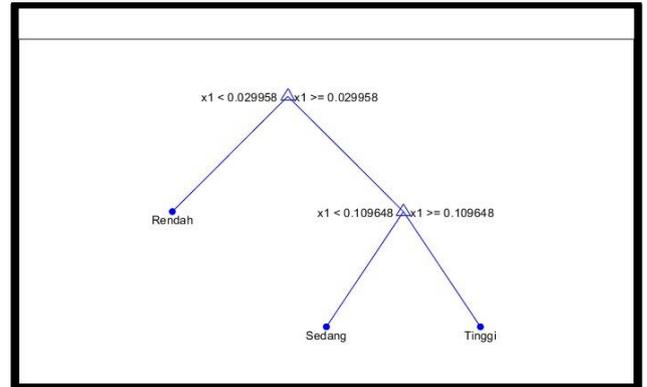
Tabel 2. Kategori *flashover* pada insulator

Citra Insulator	Keterangan
	Normal
	<i>Flashover</i> Rendah
	<i>Flashover</i> Sedang
	<i>Flashover</i> Tinggi

IV. HASIL DAN ANALISA

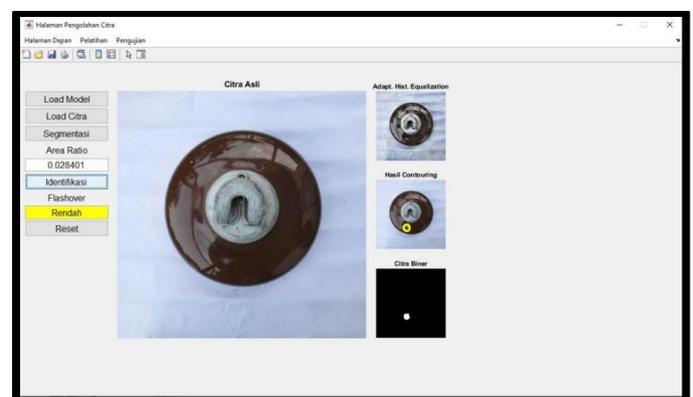
Hasil perhitungan rasio akan ditampilkan pada tabel hasil pelatihan data yang akan diproses menjadi pohon keputusan.

Berikut hasil pohon keputusan yang ditampilkan pada Gambar 3.



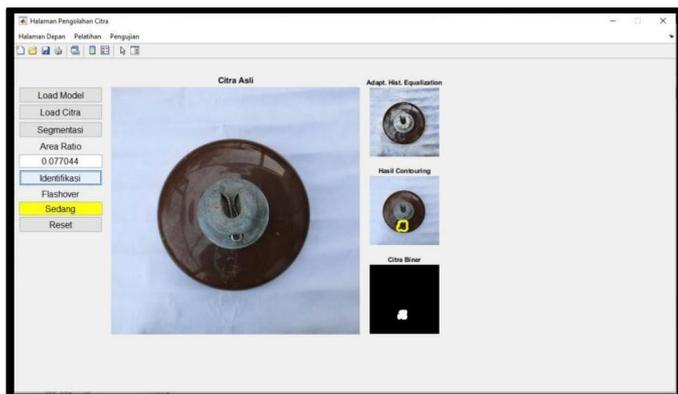
Gambar 3. Hasil Model Klasifikasi Pohon Keputusan

Hasil pohon keputusan dari data-data yang digunakan dari pelatihan data. Pohon keputusan menampilkan kategori rendah berada pada rasio $x1 < 0.029958$ $x1 \geq 0.029958$, kategori sedang berada pada rasio $x1 < 0.109648$, dan kategori tinggi ada di rasio $x1 \geq 0.109648$. Hasil pembacaan citra insulator *flashover* memiliki akurasi sebesar 80%. Kemudian tahap selanjutnya proses pengolahan citra untuk identifikasi insulator *flashover*. Proses pengolahan citra dimulai dengan *input* model pelatihan, kemudian *input* citra insulator *flashover* yang akan diuji dan akan diproses segmentasi. Proses segmentasi berjalan otomatis dengan memberikan inisialisasi *masiking area* untuk proses *active contour*. Hasil segmentasi menampilkan *histogram equalization*, hasil *countouring* dan citra biner serta menampilkan hasil pembacaan nilai *area ratio*. Dari hasil pembacaan nilai *area ratio* tersebut akan diidentifikasi luas *flashover* sesuai kategori dari hasil pohon keputusan.



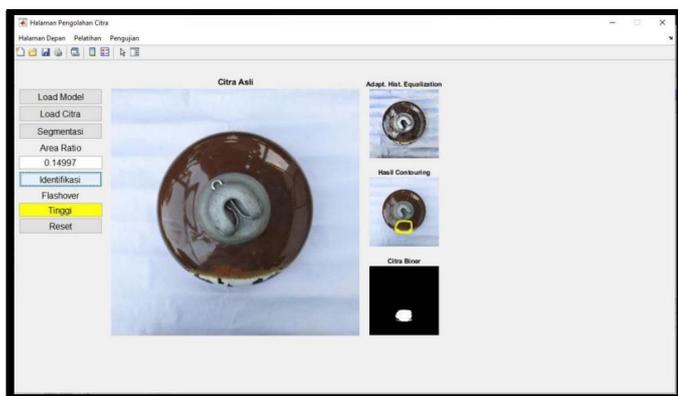
Gambar 4 Hasil Identifikasi Insulator Kategori Rendah

Gambar 4 menampilkan hasil identifikasi insulator *flashover* rendah. Hasil pembacaan identifikasi berdasarkan data latih dengan *area ratio* $x1 < 0.029958$ $x1 \geq 0.029958$ merupakan kategori rendah. Berikut tampilan identifikasi insulator *flashover* sedang pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Identifikasi Insulator Kategori Sedang

Gambar 5 menampilkan hasil identifikasi *flashover* sedang. Hasil pembacaan identifikasi berdasarkan data latih dengan *area ratio* $xI < 0.109648$ merupakan kategori sedang. Berikut tampilan identifikasi insulator *flashover* tinggi pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Identifikasi Insulator Kategori Tinggi

Gambar 6. menampilkan hasil identifikasi *flashover* tinggi. Hasil pembacaan identifikasi berdasarkan data latih dengan *area ratio* $xI \geq 0.109648$ merupakan kategori tinggi. Demikian proses identifikasi citra insulator *flashover* dengan kategori rendah, sedang dan tinggi dengan metode pohon keputusan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan penelitian dapat disimpulkan bahwa aplikasi dapat melakukan identifikasi citra insulator *flashover* dengan segmentasi *active contour* untuk mendapatkan rasio luas insulator dengan insulator *flashover* dengan pohon keputusan untuk menentukan kategori rendah, sedang dan tinggi. Pembacaan pohon keputusan untuk menentukan kategori yaitu *area ratio* $xI < 0.029958$ $xI \geq 0.029958$ merupakan kategori rendah, *area ratio* $xI < 0.109648$ merupakan kategori sedang, dan *area ratio* $xI \geq 0.109648$ merupakan kategori tinggi dengan akurasi sebesar 80%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji Syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat-Nya, penulisan tugas akhir yang berjudul “Metode Pohon Keputusan Untuk Identifikasi Insulator *Flashover* Dengan Pengolahan Citra Digital” dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak - pihak yang terlibat dalam penulisan berkat dukungan dan motivasi yang diberikan sehingga dapat menyelesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT PLN (Persero), *Buku Pedoman Pemeliharaan Saluran Udara Tegangan Tinggi dan Ekstra Tinggi (SUTT/SUTET)*, Jakarta : PT PLN (Persero), 2014
- [2] N. Z. Munantri, H. Sofyan, and M. Y. Florestiyanto, “Aplikasi Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Umur Pohon,” *Telematika: Jurnal Informatika Telekomunikasi Komputasi Elektronika dan Industri*, vol. 16, no. 2, pp. 97–97, Jan. 2020, doi: <https://doi.org/10.31315/telematika.v16i2.3183>
- [3] R. I. Abraham, “Identifikasi Kesegaran Susu Sapi Melalui Pengolahan Citra Digital Berdasarkan Metode *Content-Based Image Retrieval (CBIR)* Dengan Klasifikasi *Decicion Tree*”, *e-Proceeding of Engineer*, vol. 5, no. 2, Agustus 2018
- [4] S. Ratna, “Pengolahan Citra Digital dan Histogram Dengan Phyton dan Text Editor Phycarm”, *Jurnal Ilmiah Technologia*, vol. 11, no. 3, Juli - September 2020
- [5] D. P. Sukma, “Identifikasi Tingkat Kerusakan Peralatan Labor Teknik Komter Jaringan Menggunakan Metode *Decision Tree*”, *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*, vol. 3, no. 4.
- [6] Y. A. M. Ambabunga and H. Masiku, “Kerusakan Isolator Saluran Transmisi Tegangan Tinggi Akibat Pengaruh Polutan (Kondisi Kering dan Basah)”, *Jurnal Dynamic SainT*, vol. 6, no. 2, 2021
- [7] M. Ickhsan, “Implementasi Metode Segmentasi *Active Contour* untuk Memperjelas Tepi Pada Citra Penyakit Paru-Paru”, *Jurnal Pelita Informatika*, vol. 8, no. 3, Januari 2020
- [8] Subairi, “Deteksi Sleep Apnea Menggunakan Metode *Decision Tree* dengan Fitur Statistik RR Interval”. *Jurnal EECCHS*, vol. 16, no. 3, Desember, 2022
- [9] Z. Nahda, “Konsep Pohon Keputusan”, *VISA : Journal of Visions and Ideas*, vol. 2, no. 2, 2022
- [10] N. F. Romdhoni, “Deteksi Kualitas Kacang Kedelai Melalui Pengolahan Citra Digital dengan Metode *Gray-Level Co-Occurrence Matrix (Glem)* dan Klasifikasi *Decicion Tree*”, *Prosiding Seminar Nasional Riset dan Information Science (SENARIS)*, vol. 2, pp. 132-137, 2020
- [11] Agus Suryadi, “Pengolahan Citra Digital dan Logika Fuzzy Dalam Identifikasi Tingkat Kematangan Buah”, *Journal of Science and Social Research*, vol. 2, pp. 187 -191, June 2022.
- [12] P. B. N. Setio, “Klasifikasi dengan Pohon Keputusan Berbasis Algoritme C4.5”, *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, vol. 3, hal 64-71, 2020
- [13] I. Rasila, “Implementasi Metode *Native Bayes Classifier* Pada Sistem Pengklasifikasi Berita Otomatis Berbasis *Website* (Studi Kasus : Berita Lokal dari Mediamassa online Kalimantan Barat)”, *Jurnal Komputer dan Aplikasi*, vol.07, no. 2, 2019