

Pengolahan Citra Untuk Mengetahui Derajat Korosi Pada Insulator Dengan Metode *Decision Tree*

Muhammad Alfitriah Chakra Wardana

Teknik Elektro, Universitas Merdeka Malang, Malang

Aries Boedi Setiawan

Teknik Elektro, Universitas Merdeka Malang, Malang

Abd. Rabi

Teknik Elektro, Universitas Merdeka Malang, Malang

Korespondensi Penulis: aries@unmer.ac.id

Abstract. One of the important parts that ensures the availability of electrical energy supplies which takes place from the central power plant and then through the transmission line to distribution to the load is the insulator. However, over time, insulators can experience anomalies such as corrosion. Insulator corrosion can be caused by many environmental factors, including pollution, humidity, high temperatures and exposure to chemicals. Previously, maintenance personnel usually identified the level of corrosion on insulators visually by using their knowledge and experience through routine inspection activities to check the condition of the insulators. This technique, however, takes a long time and is often subjective. Therefore, in this research, the way to detect the degree of corrosion on insulators is by using image processing and using active contour segmentation to determine the degree of corrosion on insulators and using decision trees as a method to create a classification model for the degree of corrosion. This can help reduce reliance on subjective human judgment, increase the effectiveness of the recognition process, and optimize overall insulator maintenance efforts. The application created in this research has a user interface that makes it easier to process images of corrosion insulators. The front page, practice page, and test page comprise this interface. Meanwhile, the results of classification using a decision tree for the low category are in the ratio $x1 < 0.082104$, the medium category is in the ratio $0.082104 \leq x1 < 0.15061$, and the high category is in the ratio $x1 \geq 0.15061$ with an accuracy result obtained of 93.33% for test image data and recall and precision values obtained 100% results.

Keywords: Active Contouring, Insulator, Corrosion, Image Processing, Decision Tree

Abstrak. Salah satu bagian penting yang memastikan keandalan pemasokan tenaga listrik yang berlangsung dari pusat pembangkit listrik dan kemudian melewati saluran transmisi hingga distribusi ke beban yaitu insulator. Namun, seiring berjalannya waktu, insulator dapat mengalami anomali seperti korosi. Korosi insulator dapat disebabkan oleh banyak faktor lingkungan, termasuk polusi, kelembaban, suhu tinggi dan paparan bahan kimia. Sebelum ini, petugas perawatan biasanya mengidentifikasi tingkat korosi pada insulator secara visual dengan menggunakan pengetahuan dan pengalaman mereka melalui kegiatan inspeksi rutin untuk mengecek kondisi insulator. Teknik ini, bagaimanapun, memerlukan waktu yang lama dan seringkali subjektif. Oleh karena itu pada penelitian ini, cara untuk mengidentifikasi derajat korosi pada insulator dengan menggunakan pengolahan citra dan menggunakan segmentasi *active contour* untuk menentukan derajat korosi pada insulator dan menggunakan *decision tree* sebagai metode untuk membuat model klasifikasi derajat korosi. Sehingga dapat membantu mengurangi ketergantungan pada penilaian subjektif manusia, meningkatkan efektivitas proses identifikasi, dan mengoptimalkan upaya perawatan insulator secara keseluruhan. Aplikasi yang dibuat dalam penelitian ini memiliki antarmuka pengguna yang memudahkan pengolahan gambar korosi insulator. Halaman depan, halaman latihan, dan halaman uji terdiri dari antarmuka ini. Sementara untuk hasil pengklasifikasian menggunakan *decision tree* untuk kategori rendah berada pada rasio $x1 < 0.082104$, kategori sedang berada pada rasio $0.082104 \leq x1 < 0.15061$, dan kategori tinggi berada di rasio $x1 \geq 0.15061$ dengan hasil akurasi yang didapatkan sebesar 93,33% untuk data citra uji dan nilai *recall* dan presisi didapatkan hasil 100%.

Kata Kunci : Active Contouring, Insulator, Korosi, Pengolahan Citra, *Decision Tree*

PENDAHULUAN

Salah satu hal yang memiliki dampak penting dalam menunjang kehandalan pasokan listrik kepada konsumen dari perusahaan tenaga listrik adalah pemeliharaan peralatan instalasi. Pemeliharaan instalasi adalah tindakan kegiatan yang ditujukan untuk memelihara kondisi alat, agar fungsi dan fitur peralatan berfungsi dengan baik. Kapasitas perusahaan tenaga listrik bergantung pada cara sistem dikelola, terutama untuk menjaga sistem Transmisi SUTT / SUTET [3].

Korosi pada isolator dapat mengakibatkan kerusakan fisik dan fungsional, seperti retakan, kerapuhan, dan penurunan kemampuan isolasi. Maka perlu melakukan pengecekan rutin pada kondisi insulator untuk mencegah terjadinya korosi dan kerusakan lebih lanjut. Oleh sebab itu, pengembangan metode yang dapat mengklasifikasikan tingkat korosi pada insulator berdasarkan citra insulator yang diambil dan diolah menggunakan metode pohon keputusan difokuskan pada penelitian ini.

Oleh karena itu, berdasarkan penjelasan diatas, penulis mengembangkan sebuah sistem yang dapat secara otomatis mengidentifikasi tingkat korosi pada insulator berdasarkan citra insulator serta memberikan kontribusi penting dalam pemantauan dan perawatan sistem tenaga listrik.

PENELITIAN TERKAIT

1. Isolasi (*Insulation*)

Di dalam saluran transmisi, isolasi melindungi bagian yang bertegangan dari bagian yang tidak bertegangan atau tanah. Ini terjadi baik selama pengoperasian terus menerus biasa maupun saat terjadi surya, termasuk petir [3]. Sesuai fungsinya, insulator yang baik harus memenuhi 2 sifat:

- Karakteristik Elektrik
- Karakteristik Mekanik

2. Anomali Korosi Insulator

Korosi pada keping insulator transmisi tegangan tinggi adalah proses perusakan material insulator yang terjadi akibat interaksi dengan lingkungan eksternal. Insulator transmisi tegangan tinggi memiliki peran penting dalam menjaga keandalan dan kinerja sistem tenaga listrik. Namun, ketika terjadi korosi, keping insulator tersebut dapat mengalami penurunan kualitas, mengganggu aliran listrik, bahkan menyebabkan kegagalan pada sistem transmisi.

Dalam penjelasan berikut, akan dijelaskan lebih detail mengenai korosi pada keping insulator transmisi tegangan tinggi [8].

Korosi pada keping insulator transmisi tegangan tinggi dapat disebabkan oleh banyak variabel, salah satunya adalah korosi elektrokimia. Korosi elektrokimia terjadi akibat reaksi antara material insulator dengan lingkungan yang mengandung air, oksigen, dan bahan-bahan korosif lainnya. Kelembaban udara adalah salah satu komponen yang mempengaruhi tingkat korosi juga. Udara yang lembab memungkinkan terjadinya kondensasi air pada permukaan keping insulator. Kondensasi air ini bisa memicu reaksi korosi yang lebih cepat. Selain kelembaban udara, tingkat polusi juga dapat mempengaruhi korosi pada keping insulator. Partikel polutan seperti debu, asap, dan zat-zat korosif dapat menempel pada permukaan insulator dan membentuk lapisan yang memicu korosi [8].

Monitoring dan inspeksi rutin juga penting dalam mendeteksi dini adanya tanda-tanda korosi pada keping insulator. Dengan melakukan tindakan pencegahan dan perawatan yang tepat, korosi pada keping insulator transmisi tegangan tinggi dapat dikelola dengan baik, menjaga keandalan dan kinerja sistem transmisi tegangan tinggi.

3. Pengolahan Citra (*Image Processing*)

Pengolahan citra juga dikenal sebagai pengolahan gambar, adalah suatu sistem di mana proses dilakukan dengan masukan gambar (*input*) dan hasil gambar (*output*). Pada awalnya, pengolahan gambar ini dilakukan untuk memperbaiki kualitas gambar, tetapi dengan berkembangnya dunia komputasi, yang ditandai dengan peningkatan kapasitas dan kecepatan proses komputer, serta munculnya ilmu-ilmu komputer yang memungkinkan manusia untuk mengambil informasi dari gambar tanpa mengambil gambar [9].

Selanjutnya, pengolahan gambar dan visi komputer digunakan sebagai mata manusia. Perangkat yang mengambil gambar seperti kamera dan scanner berfungsi sebagai mata, dan mesin komputer, bersama dengan program komputasinya, berfungsi sebagai otak yang mengolah informasi. Dengan demikian, beberapa bidang yang sangat penting dalam penglihatan komputer muncul: pengenalan pola, pengenalan biometric (pengenalan manusia berdasarkan ciri biologis yang tampak pada tubuh manusia), pengenalan gambar dan video berbasis konten (mendapatkan kembali gambar atau video dengan informasi tertentu), pengeditan video, dan lainnya [15].

4. Citra

Angka didefinisikan sebagai citra atau gambar. Dari perspektif estetika, gambar atau citra adalah kumpulan warna yang terlihat indah, memiliki pola, berbentuk abstrak, atau atribut lainnya. Foto udara, penampang lintang (*cross section*) suatu benda, gambar wajah, hasil

tomografi otak, dan sebagainya dapat menjadi citra. Dari perspektif ilmiah, gambar adalah gambar fungsi 3-dimensi (3D) dengan intensitas warna sebagai fungsi spasial x dan y . Di komputer, intensitas warna dapat diwakili sebagai angka dalam skala RGB, dan karena warna adalah angka, gambar dapat diproses secara digital [9].

5. RGB

Model RGB, yang berarti merah, hijau, dan biru, digunakan untuk menghasilkan gambar berwarna. Setiap warna diwakili oleh tiga matrik *grayscale*: matrik merah (R), matrik hijau (G), dan matrik biru (B). Nilai 0 pada skala keabuan menunjukkan gelap (hitam), dan nilai 255 menunjukkan merah. Matrik G menunjukkan derajat kecerahan warna hijau, dan matrik B menunjukkan derajat kecerahan warna biru. Menurut definisi ini, menyajikan warna tertentu dapat dilakukan dengan mudah dengan menggabungkan ketiga warna dasar RGB [5].

6. Deteksi Tepi

Proses deteksi tepi, juga dikenal sebagai deteksi tepi, menghasilkan tepi objek gambar. Tujuan dari proses ini adalah untuk menandai area yang merupakan detail gambar dan memperbaiki bagian yang kabur dan salah yang disebabkan oleh kesalahan atau efek dari proses pengambilan gambar [10].

7. Active Contour

Salah satu metode algoritma deteksi tepi modern adalah metode *active contour (snake)*. Metode ini menggunakan kurva tertutup yang dapat bergerak lebar atau menyempit. Sebuah kurva inisialisasi diletakkan di luar objek yang akan disegmentasi. Kemudian, melalui proses iterasi, kurva bergerak mendekati batasan objek hingga akhirnya menemukannya [10].

Fungsi energi aktif mencakup informasi tepi dan properti yang mengontrol pergerakan kurva. Ini adalah proses minimalisasi energi di mana batasan objek adalah nilai minimum dari fungsi energi. Energi minimum yang memenuhi karakteristik kurva *active contour* dan gambar digital disebut *active contour*. Kass (1988) pertama kali memperkenalkan *active contour* dengan rumus berikut [11]:

$$E_{\text{snake}} = \int_{s=0}^1 E_{\text{int}}(v(s)) + E_{\text{img}} + E_{\text{con}}(v(s)) ds \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

E_{snake} = Merupakan fungsi energi dari *active contour*, objek yang memenuhi fungsi ini akan dicari melalui fungsi ini.

$V_{(s)}$ = Merupakan kombinasi koordinat x dan y dari kurva *active contour*.

E_{int} = Merupakan energi internal dari *active contour* yang mempengaruhi pergerakan kurva *active contour*.

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

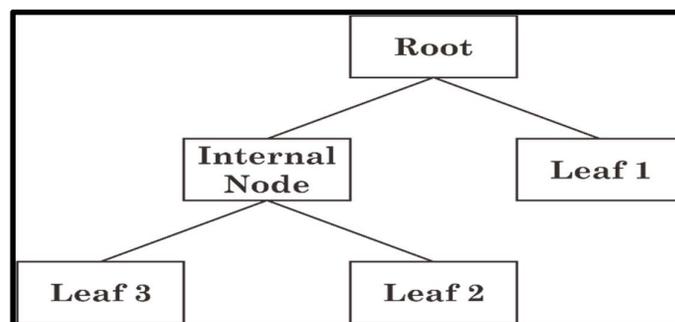
E_{con} = Informasi tingkat tinggi yang mempengaruhi pergerakan kurva.

8. *Decision Tree* (Pohon Keputusan)

Algoritma pohon keputusan adalah salah satu dari banyak rumpun algoritma pembelajaran yang diawasi. Algoritma pohon keputusan juga dapat digunakan untuk memecahkan masalah regresi dan klasifikasi. Tujuan penggunaan keputusan pohon adalah untuk membuat model pelatihan yang dapat digunakan untuk memprediksi kelas atau nilai variabel target dengan menggunakan aturan keputusan sederhana yang disimpulkan dari data sebelumnya. Dalam keputusan pohon, untuk memprediksi label kelas untuk catatan kita mulai dari akar pohon. Kita melihat nilai atribut *record* dan atribut *root*. Setelah membandingkan, lanjutkan ke simpul berikutnya dengan mengikuti cabang yang sesuai dengan nilai tersebut [12].

Karena pohon keputusan mudah diinterpretasikan oleh manusia, itu membuatnya menjadi salah satu metode klasifikasi yang paling populer. Model prediksi yang menggunakan struktur pohon atau berhirarki disebut pohon keputusan. Mengubah data menjadi pohon keputusan dan aturan keputusan adalah konsep dasar dari pohon keputusan. Salah satu manfaat utama penggunaan pohon keputusan adalah kemampuannya untuk membagi proses pengambilan keputusan yang kompleks menjadi lebih sederhana, yang memungkinkan pengambil keputusan untuk lebih mudah memahami solusi masalah. Untuk mengeksplorasi data, pohon keputusan berguna untuk menemukan hubungan tersembunyi antara sebuah variabel target dan berbagai variabel input yang mungkin. Bahkan ketika digunakan sebagai model akhir dari berbagai metode pengambilan keputusan, pohon keputusan berfungsi sebagai langkah awal dalam proses pemodelan karena menggabungkan eksplorasi data dan pemodelan [12].

Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pohon keputusan—juga dikenal sebagai pohon keputusan—adalah salah satu alat yang digunakan untuk membuat keputusan antara berbagai pilihan yang tersedia, yang dilakukan secara terstruktur, bertahap, dan rasional. Untuk lebih jelasnya model struktur Pohon Keputusan ditunjukkan pada Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Model Struktur *Decision Tree*

9. *Confussion Matrix*

Confussion Matrix biasanya digunakan untuk menunjukkan hubungan antara atribut kelas sebenarnya dan prediksinya. Selain itu, digunakan untuk melihat performa suatu model. Elemen diagonal dalam *confussion matrix* menunjukkan prediksi yang benar, sedangkan elemen di sisi lain *matrix* menunjukkan prediksi yang salah [13].

Tabel 2.1 berikut menunjukkan perbandingan antara kelas yang sebenarnya dan kelas yang diproyeksikan. TP adalah banyak sampel positif yang diklasifikasikan benar, TN adalah banyak sampel negatif yang diklasifikasikan benar, FN adalah banyak sampel negatif yang diklasifikasikan salah, dan FP adalah banyak sampel positif yang diklasifikasikan salah [13].

Tabel 2.1 *Confussion Matrix*

	<i>Predicted Positive Class</i>	<i>Predicted Negative Class</i>
<i>Actual Positive Class</i>	TP	FN
<i>Actual Negative Class</i>	FP	TN

Pada tabel 2.1, dijelaskan bahwa ada berbagai ukuran yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja model berdasarkan *confussion matrix*, termasuk akurasi, *recall*, dan presisi. Akurasi dalam *confussion matrix* adalah presentase kebenaran hasil prediksi pada tes data, sedangkan *recall* adalah ukuran proporsi TP, dan presisi adalah ukuran proporsi TP yang diprediksi.

10. *Matrix Laboratory (MATLAB)*

MATLAB juga dikenal sebagai "*Matrix Laboratory*" yang merupakan sebuah program yang dirancang untuk menganalisis dan mengkomputasi data numerik. Pada awalnya, MATLAB dibuat sebagai alat untuk mengumpulkan rutin-rutin numerik dari proyek *LINPACK* dan *EISPACK* dan dikembangkan dengan bahasa *FORTRAN*. Namun, sekarang MATLAB adalah produk yang dijual.

MATLAB telah berkembang menjadi lingkungan pemrograman yang canggih dengan fungsi built-in untuk melakukan tugas-tugas kalkulasi matematis, pengelolaan sinyal, dan aljabar linear. Matlab yang ekstensibel memungkinkan pengguna menulis fungsi baru untuk ditambahkan ke *library*. Ketika fungsi *built-in* tidak dapat menyelesaikan tugas tertentu Jika

kita memiliki pengalaman dalam pemrograman bahasa lain seperti C, *PASCAL*, dan *FORTRAN*, kemampuan program yang dibutuhkan tidak terlalu sulit [15].

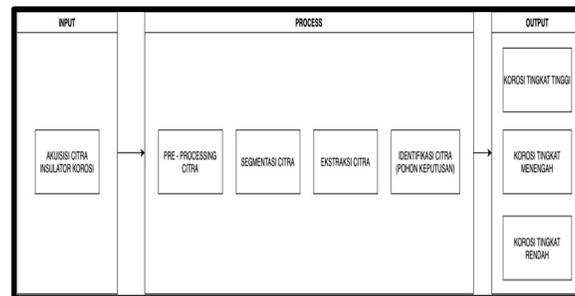
METODOLOGI PENELITIAN

A. Penelitian Kuantitatif

Penelitian dilaksanakan di saluran transmisi wilayah PT PLN (Persero) UPT Malang. Dengan mengambil dataset citra sebanyak 84 citra insulator korosi dengan rincian tingkat korosi insulator rendah hingga tinggi. Dimana sebanyak 30 citra digunakan untuk data uji dan 54 citra digunakan untuk data latih. Seluruh citra memiliki ukuran *file* yang berbeda tetapi memiliki resolusi JPG yang sama, yaitu 2736 x 2736 *pixel*. Data latih digunakan untuk membuat model klasifikasi, dan data uji digunakan untuk mengevaluasi model klasifikasi. Masing - masing foto yang diuji diambil dari jarak 30 cm dan elevasi 45° dari objek, sehingga tidak ada jarak yang terlalu dekat atau terlalu jauh yang dapat memengaruhi ukuran area korosi. Area korosi pada gambar yang akan diidentifikasi dibatasi pada 1/3 atas dari luas total *ball socket* insulator atau bagian atas besi *ball socket* insulator.

B. Diagram Blok Aplikasi

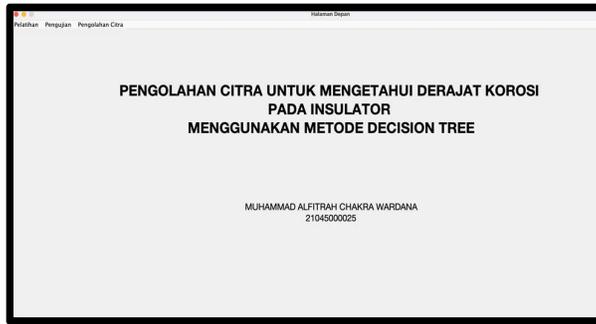
Untuk pembuatan perangkat lunak ini, perancangan sistem sangat diperlukan. Tujuan perancangan aplikasi adalah agar perangkat lunak yang dibutuhkan dapat melakukan fungsinya dengan benar. Adapun untuk proses pembuatan perangkat lunak diperlihatkan pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Blok Diagram Aplikasi

C. Pembuatan Tampilan Halaman Depan

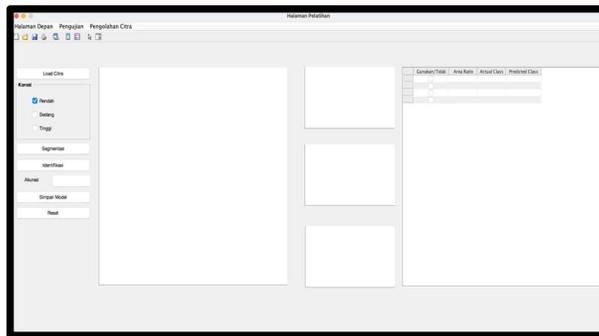
Dalam tahap pembuatan tampilan halaman depan dari aplikasi dimulai dengan membuat halaman depan. Dalam halaman depan sendiri memiliki beberapa informasi dan *menu* seperti halaman pelatihan, halaman pengujian dan halaman pengolahan citra yang dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Tampilan Halaman Depan

D. Tampilan Halaman Pelatihan

Halaman pelatihan bertujuan untuk membuat model klasifikasi berdasarkan data citra latih yang nantinya akan disimpan dan akan digunakan untuk halaman pengujian dan halaman pengolahan citra. Untuk lebih jelasnya halaman pelatihan diperlihatkan pada gambar 3.3 berikut.

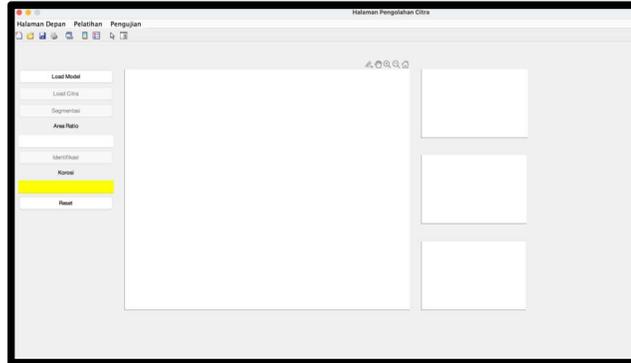


Gambar 3.3 Tampilan Halaman Pelatihan

Pada gambar 3.3 halaman pelatihan berisi beberapa informasi dan *button* yang digunakan untuk mengolah citra dan membuat model klasifikasi menggunakan pohon keputusan. Setelah membuat model klasifikasi dan disimpan maka selanjutnya melakukan pengujian pada halaman pengujian.

E. Halaman Pengujian

Halaman pengujian yang bertujuan untuk mengevaluasi data citra uji dengan mencari nilai akurasi berdasarkan perbandingan dari data uji dengan data latih yang telah disimpan. Untuk lebih jelasnya halaman pengujian diperlihatkan pada gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.4 Tampilan Halaman Pengujian

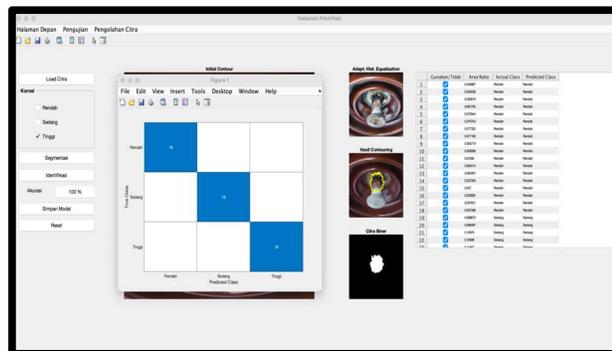
Pada gambar 3.4 menampilkan halaman pengujian yang terdiri dari beberapa pilihan *button* juga yang akan digunakan sebagai pengujian akurasi dari model klasifikasi yang telah dibuat sebelumnya menggunakan data uji yang telah dimiliki.

HASIL DAN ANALISA

Pada bab ini akan menjelaskan mengenai hasil pengujian dan analisis sistem yang telah dibuat dari aplikasi pengolahan citra untuk mengetahui derajat korosi insulator menggunakan metode *decision tree*.

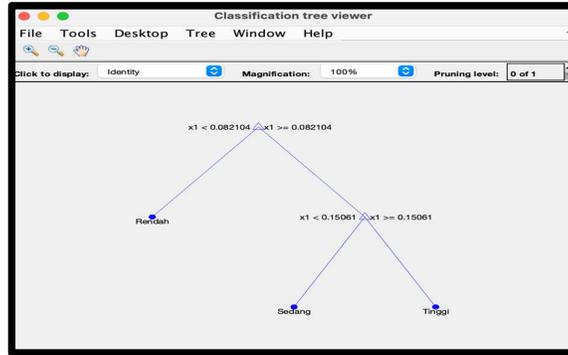
A. Hasil Model Klasifikasi

Halaman pelatihan data bertujuan untuk melakukan pengolahan citra serta segmentasi citra dengan *active contour* dan membuat model klasifikasi menggunakan pohon keputusan dan nantinya akan diuji. Untuk hasil tampilan halaman pelatihan setelah memasukkan citra latihan dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Tampilan Halaman Pelatihan

Hasil perhitungan rasio akan ditampilkan pada tabel hasil pelatihan data yang akan diproses dan dibuatkan model klasifikasi menggunakan pohon keputusan . Berikut hasil model klasifikasi yang dibuat menggunakan pohon keputusan yang ditampilkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hasil Model Klasifikasi Pohon Keputusan

Hasil dari pohon keputusan juga menampilkan akurasi dari pembacaan citra data latih dimana dari 54 data citra latih semua dibaca dengan tepat atau memiliki persentase sebesar 100%.

B. Hasil Pengujian Akurasi Data Uji

Proses evaluasi hasil pengujian data menggunakan *Confusion matrix* untuk mengukur akurasi, presisi, dan *recall*. Pada tampilan antar muka pengguna pada halaman pengujian hanya menampilkan performa akurasi saja. Gambar 4.3 berikut menunjukkan hasil pengujian akurasi data uji citra.

Index	Actual Class	Predicted Class
1	Netral	Netral
2	Netral	Netral
3	Netral	Netral
4	Netral	Netral
5	Netral	Netral
6	Netral	Netral
7	Netral	Netral
8	Netral	Netral
9	Netral	Netral
10	Netral	Netral
11	Netral	Netral
12	Netral	Netral
13	Netral	Netral
14	Netral	Netral
15	Netral	Netral
16	Netral	Netral
17	Netral	Netral
18	Netral	Netral
19	Netral	Netral
20	Netral	Netral
21	Netral	Netral
22	Netral	Netral
23	Netral	Netral
24	Netral	Netral
25	Netral	Netral
26	Netral	Netral
27	Netral	Netral
28	Netral	Netral
29	Netral	Netral
30	Netral	Netral

Gambar 4.3 Hasil Pengujian Akurasi Data Uji

Pada gambar 4.3 dapat dilihat bahwa perangkat lunak yang dibuat menghasilkan nilai akurasi yang tinggi. Namun secara formula untuk mendapatkan nilai *confusion matrix* dapat menggunakan nilai prediksi yang telah diklasifikasikan dan diberi kode untuk kelas Positif (Rendah), kelas Negatif (Sedang), dan kelas Netral (Tinggi) seperti diperlihatkan pada table

4.1 berikut.

Tabel 4.1 Perhitungan *Confusion Matrix*

	<i>Predicted Class</i>			Jumlah
	Rendah	Sedang	Tinggi	
<i>Actual Class</i> Rendah	10 TPP	0 PFNeg	0 PFNet	10
Sedang	0 NegFP	9 TNegNeg	1 NegFNeg	10
Tinggi	0 NetFP	1 NetFNeg	9 TNetNet	10
Jumlah	10	10	10	Total = 30

Setelah itu untuk memperoleh nilai Akurasi, Presisi, dan *Recall* masing-masing dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= \frac{TPP + TNegNeg + TNetNet}{Total} = \frac{10 + 9 + 9}{30} \\ &= \frac{28}{30} = 93,33\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Recall} &= \frac{TPP}{TPP + PFNeg + PFNet} = \frac{10}{10 + 0 + 0} \\ &= \frac{10}{10} = 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Presisi} &= \frac{TPP}{TPP + NegFP + NetFP} = \frac{10}{10 + 0 + 0} \\ &= \frac{10}{10} = 100\% \end{aligned}$$

Sementara untuk hasil lengkap pembacaan akurasi data citra uji dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut.

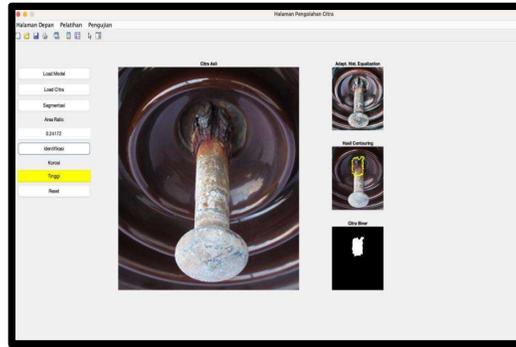
Tabel 4.2 Hasil Evaluasi Pengujian Citra Uji

Uji ke -	Area Ratio	Actual Class	Predicted Class	Persentase Korosi (%)	Keterangan
1	0.081182	Rendah	Rendah	8.118	Tepat
2	0.08008	Rendah	Rendah	8.008	Tepat
3	0.077996	Rendah	Rendah	7.800	Tepat
4	0.073341	Rendah	Rendah	7.334	Tepat
5	0.073377	Rendah	Rendah	7.338	Tepat
6	0.077521	Rendah	Rendah	7.752	Tepat
7	0.066911	Rendah	Rendah	6.691	Tepat
8	0.081182	Rendah	Rendah	8.118	Tepat
9	0.066911	Rendah	Rendah	6.691	Tepat
10	0.081182	Rendah	Rendah	8.118	Tepat
11	0.089343	Sedang	Sedang	8.934	Tepat
12	0.083758	Sedang	Sedang	8.376	Tepat
13	0.12592	Sedang	Sedang	12.592	Tepat
14	0.087731	Sedang	Sedang	8.773	Tepat
15	0.089817	Sedang	Sedang	8.982	Tepat
16	0.091102	Sedang	Sedang	9.110	Tepat
17	0.08777	Sedang	Sedang	8.777	Tepat
18	0.085704	Sedang	Sedang	8.570	Tepat
19	0.2407	Sedang	Tinggi	24.070	Tidak Tepat
20	0.13067	Sedang	Sedang	13.067	Tepat
21	0.24172	Tinggi	Tinggi	24.172	Tepat
22	0.2412	Tinggi	Tinggi	24.120	Tepat
23	0.25386	Tinggi	Tinggi	25.386	Tepat
24	0.24971	Tinggi	Tinggi	24.971	Tepat
25	0.25171	Tinggi	Tinggi	25.171	Tepat
26	0.26477	Tinggi	Tinggi	26.477	Tepat
27	0.24901	Tinggi	Tinggi	24.901	Tepat
28	0.25401	Tinggi	Tinggi	25.401	Tepat
29	0.24312	Tinggi	Tinggi	24.312	Tepat
30	0.12799	Tinggi	Sedang	12.799	Tidak Tepat

Dengan demikian, pengujian akurasi yang dilakukan dengan menggunakan 30 data uji, yang masing-masing kategori memiliki 10 gambar, menunjukkan akurasi sebesar 93,33%, presisi sebesar 100%, dan recall sebesar 100%.

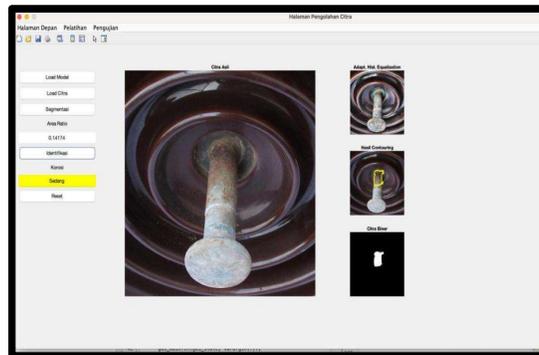
C. Halaman Pengolahan Citra

Halaman pengolahan citra bertujuan untuk mengevaluasi model klasifikasi yang telah dibuat dengan mengidentifikasi citra korosi insulator dari setiap kategori rendah, sedang dan tinggi. Selanjutnya, dengan menekan *button* segmentasi maka citra data uji sepenuhnya akan berjalan otomatis pada aplikasi untuk melakukan deteksi tepi citra insulator korosi sekaligus akan menampilkan hasil area rasio dari korosi pada citra uji yang ditampilkan pada *box* panel *area ratio*. Kemudian menekan *button* identifikasi untuk menentukan citra korosi insulator yang diuji termasuk dalam kategori mana berdasarkan dari *area ratio* yang didapatkan dan dibandingkan dengan data latih yang telah dibuat sebelumnya. Berikut tampilan hasil evaluasi identifikasi citra uji insulator korosi dari tinggi, sedang dan rendah yang dapat dilihat pada

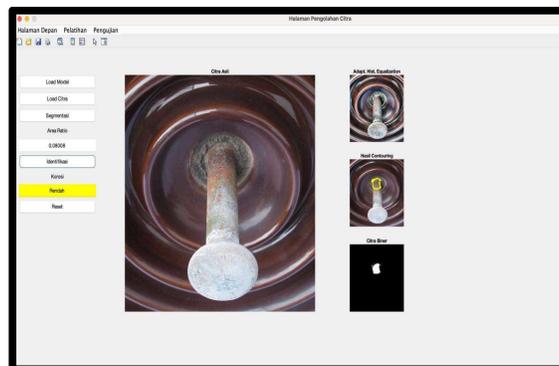


gambar 4.4, gambar 4.5 dan gambar 4.6.

Gambar 4.4 Hasil Identifikasi Korosi Insulator Tinggi



Gambar 4.5 Hasil Identifikasi Korosi Insulator Sedang



Gambar 4.6 Hasil Identifikasi Korosi Insulator Rendah

KESIMPULAN

Aplikasi pengolahan citra untuk mengetahui derajat korosi pada insulator dengan metode *decision tree* telah dibuat dan diuji proses tahap demi tahap untuk dapat berjalan sesuai dengan perancangan. Adapun pada evaluasi pengujian model klasifikasi mendapatkan nilai akurasi pembacaan pohon keputusan sebesar 93,33% dimana sudah termasuk baik dan tinggi. Hasil dari data latih akan disimpan dan digunakan untuk mengidentifikasi korosi insulator pada halaman pengolahan citra data. Hasil dari halaman pengolahan citra data yaitu sistem dapat mengidentifikasi citra korosi pada insulator pada setiap kategori rendah, sedang, dan tinggi sesuai dengan rentang rasio yang telah didapatkan sebelumnya dari halaman pelatihan dimana untuk kategori rendah berada pada rasio $x1 < 0.082104$ atau persentase korosi di bawah 8% , kategori sedang berada pada rasio $0.082104 \leq x1 < 0.15061$ atau persentase korosi di rentang 8% - 15%, dan kategori tinggi berada di rasio $x1 \geq 0.15061$ atau persentase korosi di atas 15%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada bagian ini penulis mengucapkan terima kasih terhadap seluruh pihak yang membantu hingga penelitian yang berjudul “Pengolahan Citra Untuk Mengetahui Derajat Korosi Pada Insulator Menggunakan Metode *Decision Tree*” ini dapat terselesaikan. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-sebesarannya kepada kedua orang tua dan istri yang senantiasa memberikan motivasi dan doa sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A.Hermawan. 2006. Jaringan Syaraf Tiruan, Teori, dan Aplikasi. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [2] Rabi, Abdur, “System Pendeteksi Pelanggar Traffic Light pada Zebra Cross Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Pengolahan Citra”, *Jurnal JEECAE*, vol.5, No.1,pp. 1-8 , 2020.
- [3] PT PLN (Persero). 2014. Buku Pedoman Pemeliharaan Saluran Udara Tegangan Tinggi dan Ekstra Tinggi (SUTT/SUTET), Jakarta : PT PLN (Persero).
- [4] Alan,Ramadhan. 2021. Perancangan Sistem Inspeksi Kerusakan Citra Pada Jaringan Pipa Bawah Laut. Makassar : Universitas Hasanuddin.
- [5] Ratu. Latuconsina, “Implementasi Pengolahan Citra Pada Warna Minyak Transformator Pada PT. PLN Cabang Ambon Untuk Mengetahui Umur Minyak”, *Jurnal J-Innovation*, vol.6, No.2, Desember, 2017.
- [6] Subairi, “Deteksi *Sleep Apnea* Menggunakan Metode *Decision Tree* dengan Fitur Statistik RR Interval”. *Jurnal EECCIIS*, vol. 16 No. 3, pp. 96-100, Desember, 2022.

- [7] Charlos. Kurniawan, “Deteksi Kantuk Untuk Keamanan Berkendara Berbasis Pengolahan Citra”. *Jurnal JEETech*, vol.4, No.1, pp. 48-56, February, 2023.
- [8] Ambabunga dan Yusri Anugerah Manapa, “Kerusakan Isolator Saluran Transmisi Tegangan poi Tinggi Akibat Pengaruh Polutan (Kondisi Kering dan Basah)”. *Jurnal Dynamic saint*, vol.6 No.2, pp.7-12, Oktober, 2021.
- [9] Akhmad. Fadjeri, “Pengolahan Citra Digital Untuk Menghitung Ekstraksi Ciri *Greenbean* Kopi Robusta Dan Arabika (Studi Kasus: Kopi Temanggung)”, *Jurnal TIKomSIN*, vol.8 No.1, pp. 8-13, 2020.
- [10] Syifa’ah setya. Mawarni, “Segmentasi Citra Luka Luar Berbasis Warna Menggunakan Teknik *Active Contour*”, *Jurnal KESATRIA*, vol.4 No.2, pp. 392-398, April, 2023.
- [11] Muhammad. Ickhsan, “Implementasi Metode Segmentasi *Active Contour* Untuk Memperjelas Tepi Pada Citra Penyakit Paru – Paru”, *Jurnal Pelita Informatika*, vol.8 No.3, pp. 357-360, Januari, 2020.
- [12] Setio, Panji Bimo Nugroho, “Klasifikasi dengan Pohon Keputusan Berbasis Algoritme C4.5”, *Jurnal PRISMA*, vol.3, pp. 64-71, 2020.
- [13] Fadilah, Laili. 2018. *Klasifikasi Random Forest Pada Data Imbalanced*. Jakarta : UIN Syarif Hidayatullah.
- [14] Aziz, Wildan. 2021. *Implementasi Metode Random Forest Pada Klasifikasi Data Ulasan Konsumen Perusahaan*. Jakarta : UIN Syarif Hidayatullah.
- [15] Pandu Firman, Cheisaryanto. 2019. *Pengenalan Aksara Jawa Nglegena Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan*. Yogyakarta : Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer.