

IMPLEMENTASI PENGOLAHAN CITRA PADA WARNA MINYAK TRANSFORMATOR PADA PT. PLN (Persero) CABANG AMBON UNTUK MENGETAHUI UMUR MINYAK

Rina Latuconsina¹, Abraham Latumahina²

^{1,2} Jurusan Teknik elektro, Politeknik Negeri Ambon

¹rinawalconz@gmail.com, ²bramlatu25@gmail.com

ABSTRACT

The quality of the transformer oil is very important in ensuring the continuity of operation and the life of a transformer. As a transformer oil insulation medium must meet the requirements such as the higher the penetration value the better the quality of the insulation. If the value of water content is too high then the water can reduce the breakdown voltage, and damage the insulation of transformer paper, so it can affect the color change on transformer oil. In addition, changes in the color of transformer oils are also influenced by the carbon content that occurs due to continuous heating in the transformer. Changes in the color of the transformer oil inevitably decrease the quality and durability of the transformer oil itself. The using of this digital image processing is to analyze the quality of Transformer oil based on Color on transformer oil. Where from the color shown by the transformer oil will be known the feasibility of transformer oil itself. The software design of the color information processing of the transformer oil image in this research was conducted by using Borland Delphi 7 due to its convenient and simple process. The result of the digital image processing in the color information from the transformer oil image with RGB (Red, Green and Blue) value have shown the transformer oil quality itself.

Keywords: Transformer, Trafo Oil, Quality, Color, Digital Image Processing.

ABSTRAK

Kualitas minyak transformator sangat penting dalam menjamin kelangsungan operasi dan umur suatu transformator. Sebagai media isolasi minyak transformator harus memenuhi persyaratan antara lain semakin tinggi nilai tegangan tembusnya maka kualitas isolasinya semakin baik. apabila nilai Kandungan air (*water content*) terlalu tinggi maka air bisa menurunkan tegangan tembus, dan merusak isolasi kertas transformator sehingga dapat mempengaruhi perubahan warna pada minyak transformator. Selain itu juga perubahan pada warna minyak transformator juga dipengaruhi oleh kandungan karbon yang muncul akibat terjadi pemanasan yang terus menerus di dalam transformator. Perubahan warna pada minyak transformator pasti terjadi penurunan kualitas dan ketahanan dari minyak trafnsformator itu sendiri. Menggunakan pengolahan citra digital ini adalah untuk menganalisa kualitas minyak transformator berdasarkan Warna pada minyak transformator. Dimana dari warna yang ditunjukkan oleh minyak transformator akan dapat diketahui kelayakan minyak transformator itu sendiri. Pada perancangan piranti lunak untuk mengolah informasi warna dari citra minyak transformator pada penelitian menggunakan Borland Delphi 7 karena prosesnya lebih mudah dan sederhana. Hasil pengolahan citra digital pada informasi warna dari citra minyak transformator dengan nilai RGB (Red, Green dan Blue) tertentu dapat diketahui kualitas minyak transformasi itu sendiri.

Kata kunci: Transformator, Minyak Trafo, Kualitas, Warna, Pengolahan Citra Digital.

I. PENDAHULUAN

Citra atau *image* merupakan hal yang vital dan menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari sebagai bentuk informasi visual. Pada keperluan tertentu, citra dapat digunakan sebagai indikator untuk menginformasikan sesuatu dalam bentuk gambar contohnya sebagai navigasi survai, ilustrasi, evaluasi, penggambaran dan lain sebagainya. Citra juga mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks.

Pada peralatan tegangan tinggi isolasi sangat diperlukan untuk memisahkan dua atau lebih penghantar listrik yang bertegangan sehingga antara penghantar-penghantar tersebut tidak terjadi lompatan listrik atau percikan. Jadi sistem isolasi merupakan hal yang vital dalam sebuah peralatan. Apabila sistem isolasi sebuah peralatan buruk maka akan berdampak buruk juga pada operasi peralatan tersebut.

Minyak transformator merupakan salah satu bahan isolasi cair yang dipergunakan sebagai isolasi dan pendingin pada transformator. Sebagian bahan isolasi minyak harus memiliki kemampuan untuk menahan tegangan tembus, sedangkan sebagai pendingin minyak transformator harus mampu meredam panas yang ditimbulkan, sehingga dengan kedua kemampuan ini maka minyak diharapkan akan mampu melindungi transformator dari gangguan.

Sebagai media isolasi minyak transformator harus memenuhi persyaratan antara lain semakin tinggi nilai tegangan tembusnya maka kualitas isolasinya semakin baik. apabila nilai Kandungan air (*water content*) terlalu tinggi maka air bisa menurunkan tegangan tembus, dan merusak isolasi kertas transformator sehingga dapat mempengaruhi perubahan warna pada minyak transformator. Selain itu juga perubahan pada warna minyak transformator juga dipengaruhi oleh kandungan karbon yang muncul akibat terjadi pemanasan yang terus menerus di dalam transformator. Faktor lain yang juga dapat mempengaruhi

perubahan warna pada minyak transformator adalah adanya endapan-endapan pada dinding transformator ataupun adanya jamur-jamur menempel yang tidak ikut tersirkulasi pada saat pergantian minyak transformator baru. Perubahan warna pada minyak transformator pasti terjadi penurunan kualitas dan ketahanan dari minyak trafnsformator itu sendiri. Selama ini pengujian terhadap minyak transformator selalu menggunakan pengujian secara kimia ataupun elektrik.

Pemeliharaan yang dilakukan secara teratur pada minyak transformator adalah merupakan cara yang paling baik untuk mempertahankan kondisi operasional sebuah transformator sehingga masa pemanfaatan menjadi relatif panjang.

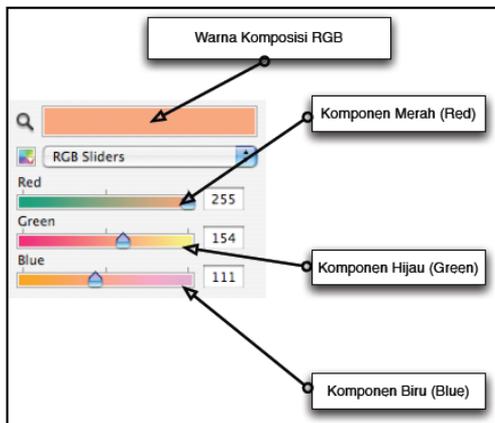
Tujuan penelitian dengan menggunakan pengolahan citra ini adalah untuk menganalisa kualitas minyak transformator. Warna pada minyak transformator akan semakin gelap setelah mengalami peristiwa kimia selama masa pemakaiannya, semakin lama pemakaian akan mempengaruhi perubahan warna minyak transformator dikarekan adanya kandungan kotoran serta endapan-endapan sehingga akan mempengaruhi kualitas dari minyak transformator itu sendiri.

Manfaat dari penelitian ini adalah Penggunaan pengolahan citra digital pada informasi warna citra fotografi minyak transformator untuk menentukan kualitas minyak transformator sehingga dapat memutuskan kapan harus dilaksanakan secara tepat pengreklamasi atau pergantian minyak transformator.

Pengolahan citra bertujuan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (dalam hal ini komputer). Teknik – teknik pengolahan citra mentransformasikan citra menjadi citra lain. Jadi masukannya adalah citra dan keluarannya juga citra, namun citra keluaran mempunyai kualitas lebih baik daripada citra masukan. Termasuk ke dalam bidang ini juga adalah pemampatan citra (*image compression*). (Munir, 2004)

Teknologi dasar untuk menciptakan dan menampilkan warna pada citra digital

berdasarkan pada penelitian bahwa sebuah warna merupakan kombinasi dari tiga warna dasar, yaitu merah, hijau, dan biru (*Red, Green, Blue* - RGB). Komposisi warna RGB tersebut dapat dijelaskan pada gambar berikut ini :



Gambar 1. Komposisi Warna RGB

Meskipun basis RGB bagus untuk menampilkan informasi warna, tetapi ia tidak cocok untuk beberapa aplikasi pemrosesan citra. Pada aplikasi pengenalan objek, lebih mudah mengidentifikasi objek dengan perbedaan hue-nya dengan cara memberikan nilai ambang pada rentang nilai-nilai hue (panjang gelombang spektrum) yang melingkupi objek.

Untuk mendapatkan suatu rancangan piranti lunak yang dapat mengolah fitur warna RGB diperlukan serangkaian instruksi yang memuat prosedur dengan urutan tertentu yang dapat diimplementasikan dengan menggunakan apa yang dinamakan dengan bahasa pemrograman komputer.

1. Pengcroopingan citra warna minyak transformator

Pada proses pengolahan informasi warna pada citra minyak transformator, citra atau gambar yang telah dimiliki dimasukkan ke dalam form yang ditentukan. Apabila gambar yang dihasilkan merupakan citra dengan berbagai macam informasi warna, maka harus dilakukan dilakukan pemotongan atau pengcroopingan gambar pada area warna

tertentu yang dominan dan mewakili warna asli minyak transformator.

Pengcroopingan dilakukan secara manual, yaitu satu persatu gambar diambil area warna yang dominan warnanya mendekati warna asli minyak. Untuk ukuran area gambar yang akan dicrooping ditentukan jumlah pixel yang sama pada semua sampel foto minyak transformator sehingga nilai yang dihasilkan juga akan sama.

2. Pengolahan menggunakan model RGB

Setelah melakukan langkah-langkah yang sebelumnya, maka sebuah citra atau gambar dapat diketahui nilai-nilai RGB dengan jumlah pixel yang berbeda-beda pada tiap nilai R, G, atau B.

Sebagaimana yang diketahui bahwa satu citra pasti memiliki nilai RGB mulai dari 0 – 255 dengan jumlah pixel dari tiap nilai itu berbeda-beda. Untuk mendapatkan satu nilai warna untuk satu citra, RGB yang diambil adalah pada nilai masing-masing RGB yang jumlah nilai pixelnya yang tertinggi atau terbanyak. Karena jumlah nilai pixel yang terbanyak adalah menggambarkan nilai dari warna yang lebih dominan.

Minyak transformator adalah cairan yang dihasilkan dari proses pemurnian minyak mentah. Selain itu minyak transformator ini juga berasal dari bahan bahan organik, misalnya minyak piranol dan silikon, jenis minyak transformator yang sering dijumpai di lapangan adalah minyak transformator jenis Diala B.

Minyak transformator mempunyai unsur atau senyawa hidrokarbon yang terkandung dalam minyak transformator ini adalah senyawa hidrokarbon parafinik, senyawa hidrokarbon naftenik dan senyawa hidrokarbon aromatik. Selain ketiga senyawa diatas minyak transformator masih mengandung senyawa yang disebut zat aditif meskipun kandungannya sangat kecil.

Minyak transformator merupakan salah satu bahan isolasi cair yang dipergunakan sebagai isolasi dan pendingin pada transformator. Sebagian bahan isolasi

minyak harus memiliki kemampuan untuk menahan tegangan tembus, sedangkan sebagai pendingin minyak transformator harus mampu meredam panas yang ditimbulkan, sehingga dengan kedua kemampuan ini maka minyak diharapkan akan mampu melindungi transformator dari gangguan.

Minyak transformator digunakan sebagai isolator cair, dengan mengisolasi kumparan di dalam transformator supaya tidak terjadi loncatan bunga api listrik akibat tegangan tinggi, juga sebagai media pemindahan panas yaitu saat mengambil kalor yang ditimbulkan ketika transformator berbeban. Selain itu minyak juga berfungsi untuk melindungi komponen di dalam transformator terhadap korosi dan oksidasi.

Minyak transformator dapat dikotori oleh uap air, fiber (misalnya : kertas, kayu, tekstil), dammar dan sebagainya, Hal ini dapat mempengaruhi kemurnian minyak transformator. Bentuk dari kotoran dapat bermacam-macam yaitu : meleleh dan mencairnya bahan-bahan yang digunakan di dalam transformator, partikel-partikel yang mengapung pada minyak, partikel-partikel yang mengendap di dasar tangki, pada belitan atau pada intinya. Dengan adanya kotoran maka akan terjadi perubahan warna pada minyak dan tegangan tembus minyak akan menurun ini berarti mengurangi atau menurunkan umur pemakaian dan kualitas minyak.

Kualitas minyak transformator sangat penting dalam menjamin kelangsungan operasi dan umur suatu transformator. Jumlah umur yang dicapai sangat bergantung sistem isolasinya. Selama ini perlakuan yang diberikan kepada minyak transformator bekas ialah penggolongan berdasarkan tingkat warna kemudian dilakukan pengujian tegangan tembus minyak. Melalui teknik ini diperoleh hasil maksimum tegangan yang mampu ditahan oleh sifat isolator dari minyak transformator.

Pada umumnya minyak transformator yang berada pada golongan warna 1 ialah minyak dengan kondisi sangat baik. Pada golongan warna 2 – 4 minyak harus melalui

proses pemurnian kembali, karena nilai tegangan tembusnya dipastikan berada dibawah kondisi optimal. Untuk minyak yang digolongkan pada tipe warna 7 maka minyak ini tidak akan dimurnikan, tetapi akan langsung diganti dengan minyak baru.

3. Kualitas Minyak Transformator berdasarkan Uji Warna

Untuk penggolongan kualitas minyak transformator berdasarkan warna dari PT PLN P3B didasarkan atas kepekatan warna minyak transformator, mulai dari kualitas yang baik hingga yang berkualitas buruk, begitupun juga penggolongan warna dari PT. txmservice dan PT. Tira Wira Usaha, minyak yang baik berwarna kuning pucat hingga berwarna hitam untuk kualitas yang buruk. Penggolongan dapat berbeda karena tergantung dengan tipe dan merek minyak transformator yang dipakai dan di uji. Pada umumnya minyak yang dipakai pada Transformator – transformator adalah Shell DIALA B.

Warna pada minyak transformator ada beberapa tingkatan sehingga pada pengolahan citra nanti dapat dilihat pada tingkatan yang mana kualitas minyak transformator tersebut bisa dikatakan masih layak dipakai atau sudah waktunya diadakan reklamasi ataupun diregenerasi (diganti). Tingkatan warna pada minyak transformator yang dimiliki oleh txmservice dan PT. Tira Wira Usaha yang merupakan perusahaan maintenance yang bekerja sama dengan PT. PLN adalah :

1. kuning pucat : kondisi minyak bagus.
2. kuning : sudah ada endapan tipis.
3. kuning kecoklatan : terjadi endapan tipis pada lilitan trafo.
4. coklat pucat : terjadi endapan pada lilitan dan inti trafo.
5. coklat : endapan beroksidasi dan mengeras sehingga kertas isolasi mudah retak atau sobek yang akan terlarut dalam minyak trafo.
6. coklat gelap : endapan mulai menyumbat siripsirip pendingin.

7. hitam : kondisi minyak sudah rusak sebaiknya minyak diganti yang baru atau diregenerasi.

Selengkapnya mengenai tingkatan warna pada minyak trafo serta batas nilai maksimumnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 1. Warna pada minyak transformator

Tabel Beberapa Petunjuk untuk Melihat Minyak Trafo

Warna dan kelompok	Angka Asam	Kekuatan kertas (IFT) dynes/cm	Akibat pada transformator
Bagus Kuning pucat # 0,5	0,03 0,10	45 30	Menggambarakan bahwa: Pendinginan bagus Isolasi bagus
Contoh A Kuning muda # 10	0,05 0,10	27 29	Terjadi endapan (sludge) yang membur di minyak yang akan menyebabkan IFT menurun.
Umum Kuning terang # 1,5 – 2,0	0,11 0,15	24 27	Terjadi endapan asam tipis pada lilitan, sludge. Hal ini akan menjadi penyebab gangguan. Agar dihindari kandungan sludge yang menebal.
Jelek Kuning sawo # 2,5	0,16 0,40	18 24	Hampir semua trafo pada keadaan ini terdapat endapan sludge pada lilitan dan inti.
Amat jelek Kuning sawo # 3,0 – 5,0	0,41 0,65	14 18	Endapan sludge akan beroksidasi kemudian mengeras dan terjadi juga di isolasi (kerts) Mudah terjadi kerusakan.
Sangat jelek Coklat kehitaman # 5,0 – 7,0	0,66 1,50	9 14	Sludge menyumbat sirip-sirip pendingin yang menyebabkan kenaikan temperatur sampai 20 °C.
Minyak kelas 7 (crude oil) hitam # 7,0 – 8,0	1,5 dan lebih	6 9	Diperlukan suatu cara untuk menghilangkan sludge (yang lebih bagus dari ("Sludge Purge"). Pada kondisi ini transformator harus dioverhaul (tidak ada gunanya hanya dengan mengganti minyak trafo)

Sumber : Panduan Pemeliharaan Trafo Tenaga PT. PLN (Persero) P3B

II. METODE PENULISAN

Pada penelitian ini metodologi penelitian dilakukan secara eksperimental yaitu sampel minyak transformator yang diambil dari PT. PLN (Persero) Kota Ambon. Proses pengambilan sampel minyak transformator yaitu mulai dari persiapan, pelaksanaan dan finishing.

Proses pelaksanaan pengambilan gambar dimulai dari persiapan alat-alat pemotretan seperti : kamera, box/kotak sebagai area pemotretan, alat-alat pendukung dalam hal ini lampu TL untuk penerangan, gelas ukur untuk mengukur banyaknya minyak tiap sampel harus sama. Jarak antara camera dengan objek harus ditentukan dan penerangan yang mencukupi. Pemotretan

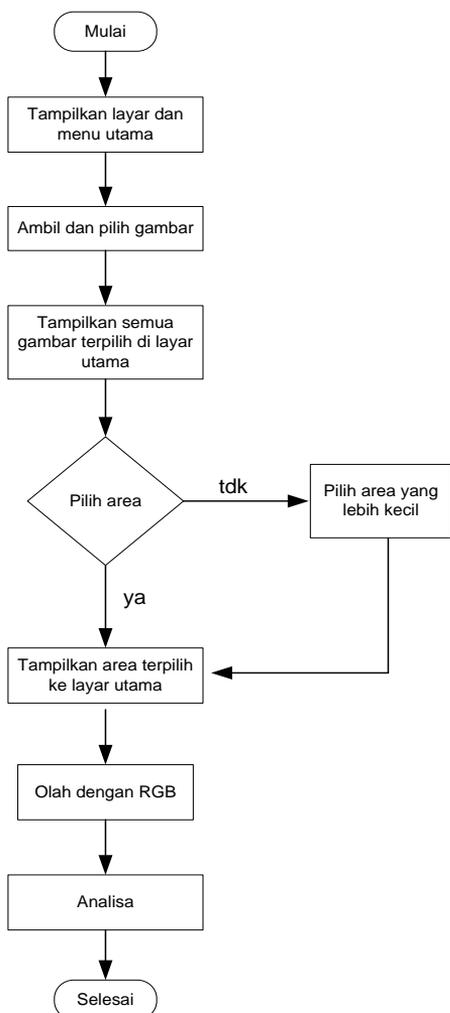
menggunakan kamera digital merek Canon EOS, 450D dan akan diolah dengan proses pengolahan citra. Sebelum proses pengambilan gambar dengan standart diatas dipakai, telah dilakukan beberapa beberapa cara dengan kondisi dan cara yang berbeda-beda. Proses-proses pengambilan gambar yang dilakukan adalah:

- 1) Pengambilan gambar pada ruangan terbuka dengan menggunakan kamera digital 12 Megapixel, hasil foto yang didapat masih jauh dari warna asli minyak.
- 2) Pengambilan gambar pada ruangan 2m x 4m dengan penerangan yang lampu TL 20 watt, hasilnya juga masih belum mendekati warna asli minyak transformator.
- 3) Pengambilan gambar pada ruangan yang lebih kecil dengan ukuran (120x120x120)cm dengan menggunakan latar belakang ruangan dengan warna hitam dan putih. Untuk ke-2 latar belakang hitam dan putih ini, hasil yang mendekati yaitu dengan latar belakang warna putih.
- 4) Selain pada cara ke-3 tersebut diatas, sampel minyak juga diletakkan diatas archilik yang berukuran lebih besar dari wadah minyak. Dengan penerangan yang lebih terang yaitu 4 x 80 watt dengan jarak antara objek dalam hal ini minyak transformator dengan kamera adalah 50 cm.
- 5) Pengambilan gambar dilakukan dengan 2 jenis kamera yaitu kamera digital Sony 12 mega pixel dan dengan kamera merek Canon EOS, 450D.

Dari kedua jenis kamera diatas, dipilih jenis Canon EOS, 450D karena hasil foto dengan menggunakan camera jenis Canon EOS, 450D mendekati warna asli minyak transformator. Untuk proses pengambilan gambar, cara digunakan adalah didalam ruang yang berukuran (120x120x120)cm dan penerangan 4x80 watt dengan latar belakang yang cerah dalam hal ini warna putih, dengan sampel dimasukkan dalam gelas dan diletakkan diatas archilik.

Standar pengambilan gambar ini yang dipakai untuk acuan atau standar pengambilan gambar dalam pengujian-pengujian atau penelitian-penelitian yang akan datang.

Proses pengolahan citra digital dimulai dari proses pengambilan gambar dan ditampilkan ke dalam layar utama sampai proses perhitungan dan analisa dengan menggunakan program Borland Delphi 7. Diagram alir proses pengolahan citra digital tersebut ditunjukkan pada Gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2. Diagram alir proses Pengolahan Citra
 Sumber : Perancangan

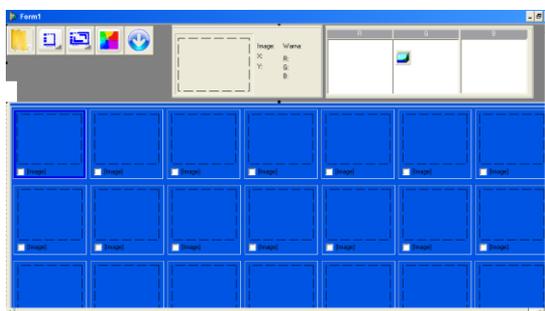
1. Interval dan setting Warna

Dengan menggunakan pengolahan citra pertama dibuat interval intensitas warna sebagai dasar pengujian kemudian masukan gambar dari minyak transformator yang akan diolah untuk mengetahui umur pakainya dengan cara menghitung intensitas warna setelah itu memasukan hasil intensitas yang didapat pada interval yang telah ditentukan sebelumnya sehingga dapat diketahui kualitas minyak transformator.

Berikut adalah potongan warna yang ditentukan dan dijadikan ukuran :

Table 2. Standar warna dari PT. PLN

GOOD	Minyak baik
PROP A	minyak baik
MARGINAL	minyak baik
BAD	minyak cukup baik
VERY BAD	minyak jelek
EXTREMELY BAD	minyak jelek
CLASS 7 OILS	minyak rusak atau over load



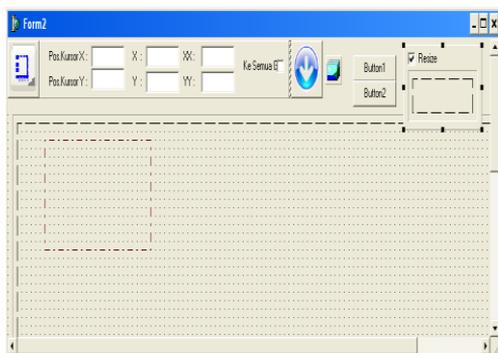
Gambar 3. Form1 menu utama

Gambar 3. diatas merupakan form1 awal sebagai tempat penempatan citra-citra dari minyak transformator.

Disini kita berpatokan pada warna yang ditentukan oleh PT. Tira Wira Usaha yang merupakan perusahaan maintenance yang bekerja sama dengan PT. PLN adalah Warna pada minyak transformator ada beberapa tingkatan sehingga pada pengolahan citra nanti dapat dilihat pada tingkatan yang mana kualitas minyak transformator tersebut bisa dikatakan masih layak dipakai atau sudah waktunya diadakan reklamasi ataupun diregenerasi (diganti). Pada segmen ini ditentukan intensitas warna minyak transformator antara warna kuning hingga warna teh pekat atau kecoklatan.

2. Pemotongan / pengcrooping area gambar

Untuk lebih mendapatkan areal warna yang kita inginkan dengan nilai RGB yang lebih spesifik, maka kita menentukan atau melakukan pemotongan areal gambar sesuai dengan keinginan kita dengan menggunakan form2.



Gambar 4. Form2 untuk pemotongan area

Gambar 5 adalah form1 atau menu utama dengan tampilan pengcrooping area gambar yang diinginkan sesuai dengan warna asli minyak transformator, sehingga proses pengklasifikasian warna RGB lebih akurat ke warna yang diinginkan.

Berikut adalah areal hasil pemotongan gambar setelah dilakukan pemotongan areal dengan menggunakan form2 :

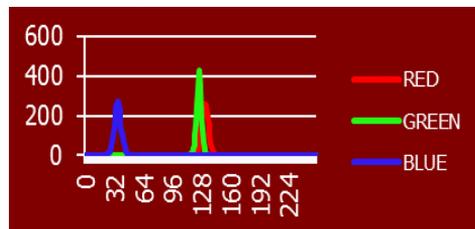


Gambar 5. Hasil pemotongan area citra

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan langkah-langkah penentuan interval, setting warna, metode pengambilan gambar dan pemotongan areal gambar yang dipilih, maka hasil dari pengolahan citra dengan menggunakan Borland Delphi 7 ini akan diketahui nilai-nilai dari citra minyak transformator yang diolah.

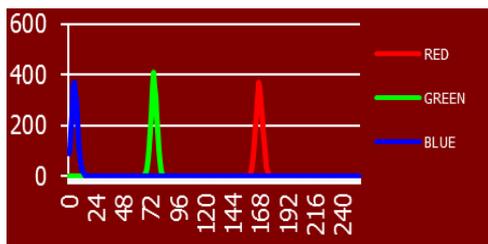
Untuk mendapat nilai RGB dari suatu citra, maka dicari nilai pixel terbanyak dari RGB itu sendiri sehingga mendapatkan satu nilai RGB yang dapat mewakili satu citra atau gambar. Jumlah pixel yang diambil untuk semua citra minyak transformator adalah sama yaitu sebesar 2500.



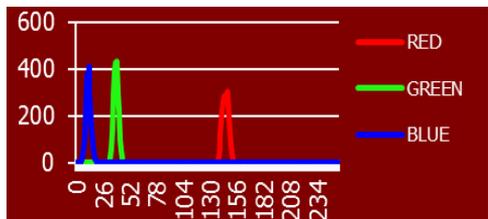
Gambar 6. Grafik nilai RGB pada Minyak Trafo Warna Kuning Cerah

Untuk kualitas minyak transformator baik nilai merah (R) memiliki nilai pixel yang besar untuk nilai Hijau (G) berada berdekatan dengan nilai merah sedangkan nilai Biru (B) jauh lebih kecil dari nilai merah dan Hijau.

Untuk kualitas minyak transformator cukup baik nilai merah (R) memiliki nilai pixel yang besar untuk nilai Hijau berada ditengah antara nilai Merah (R) dan biru (B) sedangkan nilai Biru (B) lebih kecil dari nilai merah dan Hijau.



Gambar 7. Grafik nilai RGB pada Minyak Trafo warna coklat bening.



Gambar 8. Grafik nilai RGB pada Minyak Trafo warna coklat Pekat

Untuk kualitas minyak transformator jelek atau rusak nilai pixel RGB berada pada kisaran nilai yang paling kecil dan dominan mendekati nilai RGB nol.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan metode proses pengolahan citra digital dengan aplikasi fitur warna RGB pada informasi warna citra fotografi minyak transformator, dapat diketahui bahwa secara teknis dapat digunakan sebagai metoda alternatif pengganti pengujian secara laboratorium dalam mengukur tingkat kualitas dari minyak transformator.

Dari warna yang ditunjukkan oleh minyak transformator akan dapat diketahui kelayakan minyak transformator itu sendiri. Disini dapat dilihat semakin pekat warna dari minyak transformator maka semakin jelek kualitas minyak transformator tersebut.

Hasil analisa dengan RGB untuk kualitas minyak dapat disimpulkan bahwa :

- a. untuk kualitas minyak transformator baik, nilai pixel RGB minyak masing-masing adalah : nilai pixel R dan G banyak sedangkan nilai B sedikit atau kurang dari nilai R dan G pada kisaran 30-103.

- b. Untuk kualitas minyak transformator cukup, nilai pixel RGB minyak masing-masing adalah : Nilai pixel R banyak dengan kisaran yang sama pada kualitas baik. Nilai pixel G kurang lebih setengah dari nilai R, dan Nilai B lebih kecil dari nilai R atau kurang lebih nilai G.
- c. Untuk kualitas minyak transformator jelek atau rusak nilai pixel RGB berada pada kisaran nilai yang paling kecil dan dominan mendekati nilai nol

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Anonim, <http://Fajri.freebsd.or.id/tugas-akhir/bab2.pdf>
- [2]. Ahmad Usman. 2005. Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemogramannya. Graha Ilmu. Yogyakarta
- [3]. Munir Rinaldi. 2004. Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik. Informatika. Bandung.
- [4]. Myers, S.D, Kelly, J.J. and Parrish, R.H, "A Gulde to Transformer Maintenance, Transformer Maintenance Institut of S.D. Myers", Inc. Akron, Ohio, 1981.
- [5]. Oldilas Ahmad Fali. 2004. Karakteristik Dielektrik dan Partial Discharge Minyak Transformator Shell Diala B pada Berbagai Tingkat Warna. Institut Teknologi Bandung.
- [6]. Panduan Pemeliharaan Trafo Tenaga, PT PLN (Persero) P3B, 2003.
- [7]. Putra Maradona. 2007. Pengujian Kualitas Minyak Transformator dengan Menggunakan Sensor Gas Hidrogen dan Metana. Institut Teknologi Surabaya.
- [8]. Suhendra Adang. Catatan Pengantar Pengolahan Citra.
- [9]. Sanjoyo Indro. 2005. Pengembangan Perangkat Lunak Pengolahan Citra Untuk Praktikum Berbasis Imagej. Institut Teknologi Surabaya.
- [10]. Tampubolon Barry, 2007 Studi Pengaruh Tingkat Pembebanan Transformator Terhadap Karakteristik Dielektrik dan Gas Terlarut Minyak Isolasi Transformator. Institut Teknologi Bandung.