BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Sebelumnya terdapat penelitian yang telah dilakukan mengenai pengolahan citra digital. Langkah studi pustaka dilakukan untuk mengetahui apakah ada kesamaan atau tidak dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya baik dari segi judul serta metode yang dilakukan, selain itu studi pustaka digunakan sebagai acuan dalam proses penulisan tugas akhir. Adapun tinjauan pustaka yang digunakan adalah sebagai berikut:

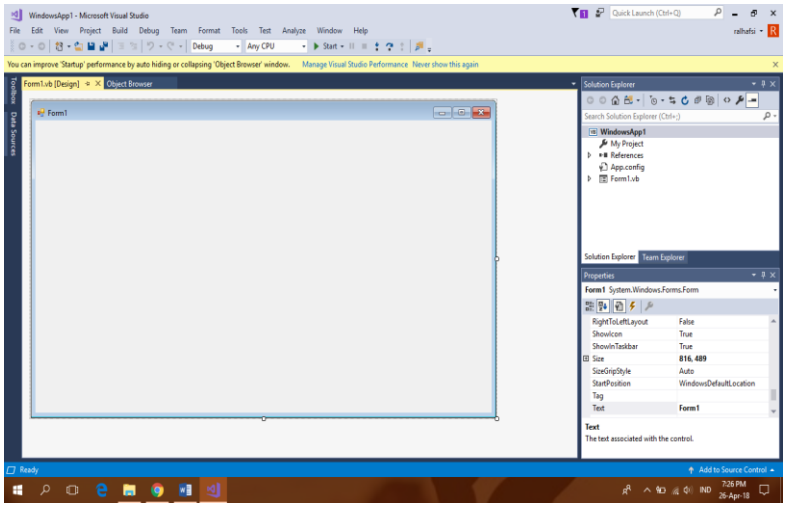
1. RD. Kusumanto, Alan Novi Tompunu (2011) melakukan pengujian untuk menentukan klasifikasi warna dengan menggunakan model segmentasi warna normalisasi RGB ini menggunakan program Visual Studio 2008 yang telah dilengkapi dengan program pendukung EmguCV dan obyek yang digunakan adalah berupa bola berwarna *orange*. Dimana untuk langkah awal yang dilakukan untuk membuat segmentasi warna dengan normalisasi RGB adalah dengan mengurai data RGB sebanding dengan ukuran pikselnya. Setelah proses pengujian dilakukan diperoleh hasil berupa pada saat nilai *brightness* 0 hasil yang dicapai untuk pengenalan obyek berupa bola adalah maksimal, Berdasarkan persamaan 6 warna putih dan hitam sulit dibedakan karena memiliki nilai r,g,b yang sama untuk kedua warna.
2. Achmad Widodo (2009) melakukan penelitian yang membahas tentang penggalian informasi fitur citra digital obyek (mesin) yang dihasilkan dari tangkapan kamera termografi inframerah. Penelitian dilakuan dengan mengambil citra bantalan perangkat simulator kerusakan mesin dengan memvariasikan kondisi-kondisi yang biasa terjadi pada mesin berputar antara lain: massa tak seimbang, misalignment, kelonggaran, dan kerusakan bantalan. Metode pengenalan pola digunakan untuk memetakan kondisi mesin berdasarkan pola-pola yang terjadi. Pada

setiap kondisi simulasi terdapat dua luasan titik panas yang diambil yaitu pada kisaran suhu + 48.5 ^{O}C – 50 ^{O}C (ditandai dengan warna merah muda) dan suhu + 45.5 ^{O}C – 48.49 ^{O}C (ditandai dengan warna merah). Dari hasil yang diperoleh selanjutnya diolah dengan metode pengolah citra digital segmentasi dan pengklasteran citra. Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil Didapatkan perbedaan pola yang jelas pada hotspot area warna merah, sedangkan pada warna merah muda kurang begitu terlihat karena beberapa faktor diantaranya data image yang kecil atau eror yang terjadi pada saat komputasi.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Visual Basic

Visual Basic merupakan suatu pemrograman yang digunakan untuk membuat atau mengembangkan suatu aplikasi. Pemrograman ini juga bergantung pada sebuah *framework* dimana *framework* tersebut dipakai untuk melakukan compile serta menjalankan sebuah *sourcecode* yang terdapat didalam program. Visual Basic tergolong ke dalam pemrograman yang berorientasi kepada suatu objek atau yang biasa disebut dengan OOP (*Object Oriented Programming*). Umunya sebuah Visual Basic menggunakan bahasa pemrograman bertipe BASIC (*Beginners All-Purpose Symbolic Instruction Code)* dimana bahasa tersebut merupakan bahasa sederhana yang mudah untuk dipelajari, selain itu terdapat IDE (Integrated Development Environment) didalamnya yang mana IDE adalah tempat yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi pada Visual Basic. Adapun tampilan Visual Basic seperti yang tertera pada gambar 2.1 berikut ini:



Gambar 2.1 Visual Basic

2.2.2 Komponen Pada Visual Basic

Terdapat beberapa komponen pada Visual Basic yang dapat digunakan oleh pengguna saat akan melakukan pembuatan dan pengembangan program. Berikut ini adalah komponen-komponen yang ada pada Visual Basic, yaitu:

A. Toolbox

Merupakan sebuah jendela dimana didalamnya berisikan kontrol yang dapat digunakan oleh pengguna dalam proses pembuatan dan pengembangan program. Kontrol tersebut memiliki fungsi yang berbeda antara satu sama lain dan dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

B. Tampilan *Design*

Pada tampilan design Visual Basic terdapat sebuah *form* didalamnya dimana form tersebut digunakan sebagai tempat untuk menyusun semua kontrol dari *toolbox* yang nantinya akan digunakan dalam pembuatan dan pengembangan program.

C. Properties

Merupakan sebuah jendela yang akan menampilkan *property* dari tiap objek aplikasi yang ada serta *property* tersebut dapat diganti sesuai dengan yang diinginkan oleh pengguna.

D. *Solution Explorer*

Merupakan sebuah jendela yang digunakan untuk menampilkan seluruh file yang ada dalam proyek seperti *form, class,* dan *module.* Pada jendela ini pengguna dapat menambah item, mengaktifkan, dan menghapusnya lalu selanjutnya dapat melakukan proses *editing*.

E. Data *Source*

Merupakan sebuah jendela yang digunakan untuk mengelola *database* seperti membuat *database,* tabel, membuat koneksi ke DBMS, atau hal lainnya.

2.2.3 Bahasa Pemrograman Pada Visual Basic

A. Variabel

Variabel merupakan suatu tempat yang berfungsi sebagai penyimpan data sementara saat program masih bekerja. Suatu variabel yang digunakan perlu dideklarasikan terlebih dahulu agar program mengenal variabel apa saja yang terdapat didalamnya. Terdapat dua tipe pendeklarasian variabel yang digunakan, yaitu:

1. Deklarasi Secara Eksplisit

   Pada tipe ini menggunakan istilah *Dim* dalam mendeklarasikan variabel yang digunakan dimana *Dim* itu sendiri merupakan arti dari *dimension.* Pendeklarasian variabel dengan istilah *Dim* dalam suatu prosedur dapat berlaku saat prosedur berjalan, saat prosedur tidak berjalan maka data dari variabel terhapus. Berikut ini adalah contoh dalam mendeklarasikan variabel yang digunakan:

   ```
   Dim <Nama Variabel> As <Tipe Data>
   ```

   Pada pendeklarasian secara eksplisit dapat menggunakan istilah awal selain *Dim* yaitu seperti *Public, Static,* dan *Private*

2. Deklarasi Secara Implisit

   Pada tipe ini untuk langkah pendeklarasiannya dapat dilakukan secara langsung dengan disertai oleh karakter di belakangnya. Adapun contoh untuk penulisannya adalah sebagai berikut:

```
Jumlah%=100

Produk$=”Madcoms”
```

Berikut ini adalah contoh karakter yang digunakan untuk mewakili tipe data ketika akan mendeklarasikan variabel secara implisit berdasarkan pada tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2.1 Karakter Khusus

Tipe Data	Karakter
Interger	%
Long	&
Single	!
Double	#
Currency	@
String	$

B. Konstanta

Konstanta merupakan sebuah variabel dimana nilainya bersifat tetap. Konstanta dapat digunakan ketika diperlukannya nilai yang tetap dan sering digunakan pada bagian program. Dengan menggunakan konstanta pengguna tidak harus mengingat sebuah nilai, cukup hanya dengan nama konstanta saja. Berikut ini adalah contoh dalam penulisan suatu konstanta, yaitu:

```
[Public | Private] Const Nama_Konstanta[As type] = Ekspresi
```

Dalam penulisan Public | Private dan As type memiliki sifat opsional, penulisan Nama_Konstanta diawali oleh abjad dan harus diawali oleh con seperti conNama atau yang lainnya, dan ekspresi merupakan suatu nilai konstanta yang nantinya dideklarasikan.

Adapun contoh lain dalam mendeklarasikan konstanta, yaitu:

```
Const conNama=”Imam”
```

```
Private Const Jumlah=50

Public Const Angka=9
```

C. Tipe Data

Merupakan suatu perintah yang berfungsi sebagai pengatur jenis data yang digunakan agar nilai yang ada tersimpan pada memori komputer. saat pengguna melakukan pendeklarasian variabel, maka pengguna dapat menambahkan data pada sebuah variabel. Berikut ini adalah beberapa jenis tipe data yang ada pada Visual Basic, yaitu :

1. *Numeric*

   Merupakan suatu tipe data yang terdiri atas *Long, Integer, Single, Currency,* dan *Double.* Seperti yang tertera pada tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2.2 Tipe Data Numeric

Tipe	Jangkauan
Long	-2147483.648 s/d 2147483647
Integer	-32768 s/d 32767
Single	-3.402823E38 s/d -1.401298E-45 (negatif) 1.401298E s/d 3.402823E38 (positif)
Currency	-922337203685477.5808 s/d 922337203685477.5807 (positif)
Double	-1.79769313486232E308 s/d -4.94065645841247E-324 (negatif) 4.94065645841247E-324 s/d 1.79769313486232E308 (positif)

2. String

   Merupakan suatu variabel yang digunakan untuk menerima sebuah data berupa teks. Terdapat dua buah tipe pada variabel string yaitu lebar yang ditentukan dan lebar yang tidak ditentukan. Berikut ini adalah contoh dari kedua tipe variabel string, yaitu:

```
Dim Nama As String
Dim Jumlah As String * 10
```

3. Variant

   Merupakan suatu kondisi dimana saat pengguna melakukan pendeklarasian variabel tidak menyertakan tipenya sehingga variant dapat dikategorikan sebagai tipe kombinasi antara angka atau string. Berikut ini adalah contoh dari tipe data variant, yaitu:

```
Jumlah=”10”
Print jumlah*5
50
```

4. Boolean

   Boolean merupakan suatu tipe data yang mempunyai dua tipe kondisi yaitu hidup/mati, dalam Visual Basic dapat menggunakan istilah True atau False.

5. Date

   Date merupakan suatu tipe daya yang berfungsi untuk menyimpan dalam berbentuk tanggal.

6. Object

   Merupakan suatu variabel yang dapat digunakan sebagai pengganti objek. Berikut ini adalah contoh dari variabel objek, yaitu:

```
Dim Tombol As CommandButton, Kanfas As Form
Set tombol=Command1
Set papan=Form1
Tombol.Caption=”Selesai”
Kanfas.Caption=”Coba”
```

2.2.4 Fungsi dan Konsep Logika Pada Program Visual Basic

A. Fungsi

Terdapat beberapa fungsi pada program Visual Basic yang paling umum digunakan, adapun fungsi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Fungsi Matematika

   Merupakan sebuah fungsi yang digunakan untuk melakukan proses perhitungan seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian, pembagian, perpangkatan, dan penggabungan.

2. Fungsi Date Time

   Merupakan sebuah fungsi yang digunakan untuk memperoleh waktu dan tanggal terkini, melakukan proses perhitungan waktu dan tanggal, melakukan pengaturan waktu dan tanggal.

B. Konsep Logika

1. If-Then

   Merupakan sebuah bentuk sederhana dari percabangan. Cara kerja dari logika ini adalah ketika kondisi IF tidak dapat terpenuhi, maka selanjutnya program akan berpindah pada baris berikutnya. Sedangkan saat kondisi IF dapat terpenuhi, maka program akan menjalankan perintah IF dan End IF.

2. If-Then-Else

   Merupakan sebuah bentuk pengandaian dari IF. Logika ini bekerja dengan cara apabila terdapat suatu kondisi dengan logika yang bernilai benar maka hal yang lain akan dikerjakan apabila terdapat kondisi logika yang bernilai salah.

3. Select-*Case*

   Merupakan suatu logika yang digunakan untuk mengerjakan kondsi dengan jumlah yang banyak. Apabila terdapat kondisi yang sesuai dengan daftar case, maka perintah menyatakan jika ketentuan case akan dieksekusi hingga ketentuan case selanjutnya.

4. Do-Loop

   Merupakan suatu logika perulangan yang berfungsi untuk menjalankan suatu perintah selama kondisi bernilai *true* atau sampai kondisi *true* dapat tercapai.

5. For-Next

   Merupakan suatu perulangan dalam menghitung dan telah ditentukan berapa banyak pengulangannya.

2.2.5 *Source Code*

Merupakan suatu perintah dalam sebuah pemrograman dimana perintah tersebut berisikan beberapa instruksi yang nantinya instruksi tersebut akan di *compile* lalu dijalankan oleh komputer. Dalam proses penulisan instruksi yang diinginkan, umumnya tata cara penulisan yang digunakan memakai bahasa yang mudah dimengerti oleh logika manusia dengan begitu manusia dapat berinteraksi dengan komputer agar komputer tersebut dapat menjalankan instruksi yang ada. Berikut ini terdapat sebuah contoh *Source Code*:

```
Private Sub Button1_Click(sender As Object, e As EventArgs)
Handles Button2.Click
    OpenFileDialog1.Filter = "Images|*.bmp;*.jpg;*.png"
    OpenFileDialog1.ShowDialog()
    PictureBox1.Image=
Image.FromFile(OpenFileDialog1.FileName)
End Sub
```

Contoh diatas merupakan *Source Code* yang digunakan untuk melakukan *upload* gambar pada program yang dibuat menggunakan Visual Basic.

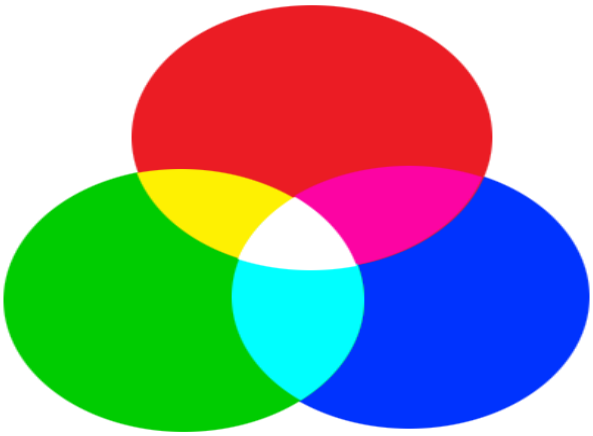
```
Public Class Form24
Dim warna As Color
Dim img1 As Bitmap
Private Sub Form1_Load(sender As Object, e As EventArgs)
Handles MyBase.Load
img1 = PictureBox1.Image
warna = img1.GetPixel(0, 0)
Label_r.Text = warna.R
Label_g.Text = warna.G
Label_b.Text = warna.B
```

```
hexa.Text = ColorTranslator.ToHtml(Color.FromArgb(warna.R,
warna.G, warna.B))
width.Text = img1.Width
height.Text = img1.Height
End Sub
```

Contoh diatas merupakan *Source Code* yang digunakan untuk melakukan pengolahan citra menggunakan Visual Basic.

2.2.6 RGB *(Red, Green, Blue)*

RGB adalah penggabungan dari tiga buah warna yaitu merah-hijau-biru dan dari penggabungan ketiga warna ini akan menghasilkan warna lain seperti putih, kuning atau yang lainnya. Tiga warna dasar pada RGB umumnya digunakan disebuah peralatan digital seperti televisi, laptop, kamera dengan digunakannya warna RGB sebuah tampilan pada peralatan digital akan menjadi lebih cerah ketika dipandang. Warna RGB memiliki suatu kekurangan dimana warna ini jika dicetak melalui printer maka hasil yang didapat tidak akan sempurna, hal ini dikarenakan printer menggunakan warna dasar CMYK sehingga warna RGB harus dikonversi terlebih dahulu menjadi warna CMYK sebelum proses cetak dilakukan. Untuk dapat menghasilkan warna lain, RGB memiliki nilai integer dari 0-255 untuk proses penggabungannya. Ketika ketiga warna RGB bernilai integer sama yaitu 0 maka warna yang didapat adalah hitam, disaat ketiga warna bernilai integer sama yaitu 255 maka warna yang didapat adalah putih.



Gambar 2.2 RGB *(Red, Green, Blue)*

Berikut ini adalah tabel tentang pembagian warna RGB yang telah dikonversi dalam bentuk kode hexa dan kode desimal, seperti yang tertera pada tabel 2.3 berikut ini:

Tabel 2.3 Warna RGB *(Red, Green, Blue)*

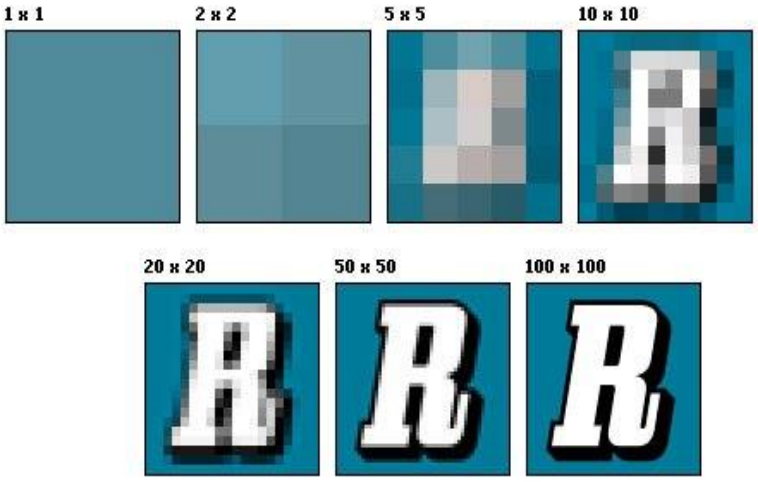
Color	HTML / CSS Name	Hex Code #RRGGBB	Decimal Code (R,G,B)
	Black	#000000	(0,0,0)
	White	#FFFFFF	(255,255,255)
	Red	#FF0000	(255,0,0)
	Lime	#00FF00	(0,255,0)
	Blue	#0000FF	(0,0,255)
	Yellow	#FFFF00	(255,255,0)
	Cyan / Aqua	#00FFFF	(0,255,255)
	Magenta / Fuchsia	#FF00FF	(255,0,255)
	Silver	#C0C0C0	(192,192,192)
	Gray	#808080	(128,128,128)
	Maroon	#800000	(128,0,0)
	Olive	#808000	(128,128,0)
	Green	#008000	(0,128,0)
	Purple	#800080	(128,0,128)
	Teal	#008080	(0,128,128)
	Navy	#000080	(0,0,128)

2.2.7 *Pixel* Gambar

Pixel merupakan suatu bagian kecil pada sebuah gambar yang tersusun dari beberapa jenis warna dengan jarak yang berdekatan hingga membentuk pola gambar. Kualitas dari sebuah gambar bergantung pada seberapa banyak jumlah *pixel* yang terdapat gambar tersebut, jika sebuah gambar memiliki *pixel* dengan jumlah yang banyak dapat dipastikan gambar tersebut memiliki tampilan yang jelas.

2.2.8 Resolusi Gambar

Resolusi dapat diartikan sebagai banyaknya jumlah dari suatu *pixel* agar dapat menampilkan gambar. Gambar yang memiliki resolusi tinggi berarti gambar tersebut memiliki jumlah *pixel* yang banyak dan gambar tersebut akan terlihat dengan jelas dibandingkan dengan gambar yang memiliki resolusi rendah. Resolusi dari gambar dapat di cari dengan cara mengkalikan antar tinggi dengan lebar gambar yang ada. Jika sebuah gambar memiliki resolusi 5x5 berarti terdapat 25 *pixel* yang terdapat pada gambar tersebut.



Gambar 2.3 Resolusi Gambar

2.2.9 Pengolahan Citra Digital

Merupakan sebuah ilmu dimana ilmu ini mempelajari tentang hal mengenai perbaikan dari kualitias sebuah gambar, melakukan proses transformasi sebuah gambar, melakukan suatu pemilihan citra secara optimal dengan tujuan untuk melakukan analisis, mencari sebuah informasi dan deskripsi sebuah objek yang terdapat pada sebuah citra, atau hal yang lainnya. Dalam pengolahan citra digital, input yang digunakan adalah sebuah citra dan outpunya merupakan hasil dari proses pengolahan citra yang telah dilakukan.

2.2.10 Citra Warna (*True Color)*

Piksel yang terdapat dalam citra warna merupakan sebuah kombinasi dari tiga buah warna dasar yaitu RGB (*Red, Green, Blue*). Ketiga warna dasar tersebut menggunakan metode penyimpanan 8 bit = 1 *byte*, sehingga dari setiap warna dasar yang ada memiliki rentang gradasi warna sebesar 255. Dengan begitu dari tiap piksel yang ada memiliki kombinasi warna sebesar $2^8.2^8.2^8 = 2^{24}$ = 16 juta warna. Maka dari itu format ini disebut juga dengan *true color*, karena warna yang dimiliki berjumlah besar dan mencakup seluruh warna yang ada di alam. Dalam proses penyimpanan pada memori terdapat perbedaan antara citra *true color* dengan citra *grayscale*, perbedaan tersebut terletak pada tiap piksel sebuah citra *grayscale* dengan

256 gradasi warna akan terwakili oleh 1 *byte* dan untuk citra *true color* tiap 1 piksel akan terwakili oleh 3 *byte* sehingga masing-masing *byte* akan merepresentasikan dari warna merah (*Red*), hijau (*Green*), dan biru (*Blue*).

2.2.11 Pengertian Trafo

Trafo merupakan suatu peralatan listrik yang digunakan sebagai media untuk pemindah suatu energi listrik dari satu rangkaian listrik ke rangkaian listrik lainnya kemudin trafo dapat digunakan sebagai media pengubah tegangan yaitu dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya. Sebuah transformator menggunakan prinsip induksi-elektromagnet dalam proses kerjanya, dimana arus bolak balik yang mengalir mengelilingi suatu inti besi maka inti besi itu akan berubah menjadi magnet dan apabila magnet tersebut dikelilingi oleh suatu belitan maka pada kedua ujung belitan tersebut akan terjadi beda potensial.

Saat ini penggunaan sebuah transformator cukup luas baik dalam sistem tenaga maupun sistem elektronika. Dalam suatu sistem tenaga penggunaan trafo memungkinkan adanya tegangan yang sesuai, menaikan level tegangan pada pembangkit listrik agar sesuai dengan level tegangan saluran transmisi, menurunkan tegangan listrik yang akan didistribusikan ke pusat beban, serta ekonomis dalam pengiriman energi listrik jarak jauh, sedangkan dalam sistem elektronika trafo digunakan sebagai pemisah dari satu rangkaian ke rangkaian lainnya.

Gambar 2.4 Trafo

2.2.12 Prinsip Kerja Trafo

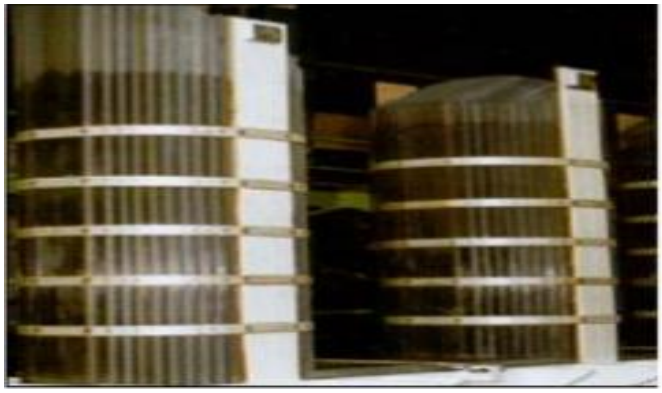
Prinsip kerja transformator adalah berdasarkan hukum faraday yaitu arus listrik dapat menimbulkan medan magnet dan sebaliknya medan magnet dapat menimbulkan arus listrik. Bila pada salah satu kumparan pada transformator diberi arus listrik bolak balik maka jumlah garis gaya magnet berubah ubah akibatnya pada kumparan primer terjadi induksi. Kumparan sekunder menerima garis gaya magnet dari kumparan primer terjadi yang jumlahnya juga berubah ubah. Maka pada kumparan sekunder juga timbul induksi dan akibatnya antara dua ujung kumparan terdapat beda tegangan.

2.2.13 Konstruksi Bagian-Bagian Transformator

A. Bagian Utama Trafo

1. Inti besi

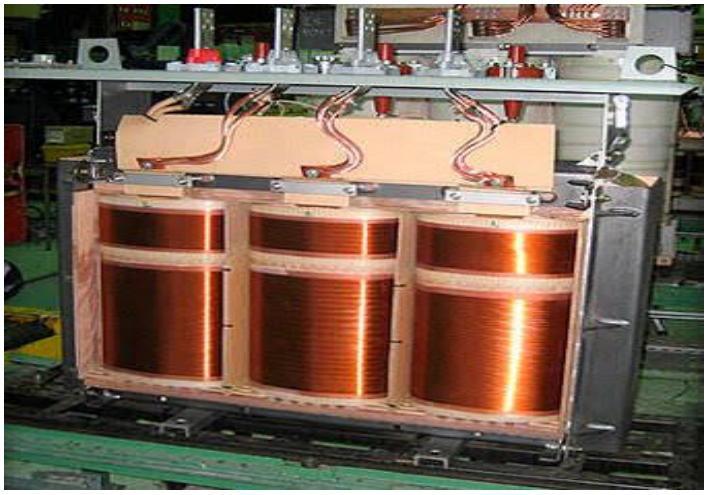
Inti besi merupakan suatu komponen dari trafo yang difungsikan sebagai penyalur flux yang timbul dari proses induksi arus bolak balik pada kumparan yang terdapat didalam trafo, dimana kumparan tersebut tersusun dengan cara mengelilingi inti besi sehingga mengakibatkan adanya induksi pada kumparan trafo. Inti besi umumnya terbuat dari suatu lempengan besi tipis dan berisolasi dengan tujuan agar dapat mengurangi efek dari eddy current yang menyebabkan panas dan akan mengakibatkan rugi - rugi (losses).



Gambar 2.5 Inti besi

2. Kumparan Transformator

Kumparan trafo merupakan suatu komponen yang terdiri dari lilitan kawat yang berisolasi dan membentuk suatu kumparan. Lilitan kawat yang umumnya digunakan untuk membentuk kumparan trafo adalah kawat berjenis tembaga berisolasi kemudian dibentuk menjadi bulatan atau plat. Dengan terbentuknya kumparan yang sudah terlapisi oleh isolasi, menyebabkan hubung singkat pada kumparan trafo tidak akan terjadi pada saat terjadinya induksi arus listrik yang melalui kumparan.



Gambar 2.6 Kumparan Trafo

3. Miyak Trasnformator

Minyak trafo merupakan suatu bahan cair yang digunakan sebagai media pendingin serta isolasi. Agar dapat digunakan sebagai media pendingin serta isolasi minyak trafo harus mampu menahan tegangan tembus serta mampu meredam panas yang timbul pada saat trafo terbebani, dengan dua kemampuan yang dimiliki diharapkan minyak tersebut dapat melindungi trafo secara baik dari suatu gangguan.

Minyak trafo diperoleh dari hasil pemurnian minyak mentah dan juga diperoleh dari bahan organik seperti minyak piranol. Dalam melakukan proses pendinginan, suatu minyak trafo harus memiliki tingkat kekentalan yang rendah agar minyak dapat dengan mudah

bersikulasi serta proses pendinginan dapat berlangsung secara baik, jika tingkat kekentalan yang dimiliki oleh minyak trafo terlalu tinggi maka akan berdampak pada sulitnya minyak tersebut untuk bersirkulasi serta terhambatnya proses pendinginan.

Gambar 2.7 Minyak Trafo

4. Bushing

Bushing merupakan suatu komponen yang digunakan sebagai media penghubung antara kumparan transformator dengan rangkaian luar yang telah diselubung oleh isolasi dan terletak pada bagian atas trafo. Bushing merupakan letak dimana konduktor tegangan tinggi dengan tangki trafo memiliki jarak yang dekat serta pada bagian bushing mempunyai kuat medan listrik yang tinggi, karena:

$$E = \frac{V}{d}$$

Dimana:

V= Beda potensial antara konduktor dan tangki

d= Jarak antara konduktor dengan flens tangki

Gambar 2.8 Bushing

5. Tangki Konservator

Tangki konservator merupakan suatu tabung yang terletak pada sisi atas suatu trafo, dimana tabung tersebut digunakan sebagai media pengisian minyak trafo serta media penyimpanan minyak yang memuai karena panas pada saat trafo terbebani. Apabila suatu trafo dikenai beban yang tinggi maka minyak trafo akan memiliki suhu yang tinggi. Tingginya suhu minyak trafo akan berdampak pada memuainya minyak trafo di konservator, sedangkan pada saat minyak trafo memiliki suhu yang rendah maka minyak di konservator akan menyusut.

Gambar 2.9 Tangki Konservator

B. Peralatan Bantu Trafo

1. Pendingin

Pendingin merupakan suatu peralatan bantu pada trafo yang terletak pada sisi kanan dan kiri dengan bentuk seperti sirip-sirip

radiator, dimana peralatan ini merupakan suatu media pendingin agar panas yang dibawa oleh minyak trafo dapat tersalurkan keluar dari trafo. Suhu yang terjadi pada trafo dapat dipengaruhi oleh suhu lingkungan sekitar, serta dari belitan yang panas pada saat trafo terbebani. Suhu operasi yang tinggi pada trafo dapat berpengaruh pada rusaknya isolasi kertas trafo, maka untuk mencegah suhu oprasi yang tinggi tersebut trafo perlu dilengkapi dengan peralatan bantu pendingin. Adapun pendinginan pada trafo dibantu oleh komponen pelengkap seperti kipas serta pompa sirkulasi agar pendinginan berjalan secara optimal. Macam-macam sistem pendingin trafo dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.4 Sistem Pendingin Trafo

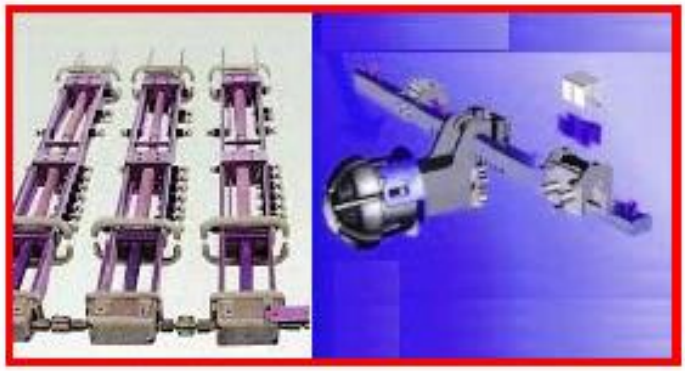
No	Macam sistem pendingin	MEDIA			
		Di dalam transformator		Di luar Transformator	
		Sirkulasi alami	Sirkulasi paksa	Sirkulasi alami	Sirkulasi paksa
1	AN	-	-	Udara	-
2	AF	-	-	-	Udara
3	ONAN	Minyak	-	Udara	-
4	ONAF	Minyak	-	-	Udara
5	OFAN	-	Minyak	Udara	-
6	OFAF	-	Minyak	-	Udara
7	OFWF	-	Minyak	-	Air
8	ONAN/ONAF	Kombinasi 3 dan 4			
9	ONAN/OFAN	Kombinasi 3 dan 5			
10	ONAN/OFAF	Kombinasi 3 dan 6			
11	ONAN/OFWF	Kombinasi 3 dan 7			

Gambar 2.10 Pendingin

2. On Load Tap Changer (OLTC)

Suatu kestabilan tegangan pada jaringan listrik merupakan hal yang penting dalam menentukan kualitas dari tegangan itu sendiri, sebuah trafo diharapkan dapat memiliki tegangan output yang stabil sesuai dengan kebutuhan tegangan jaringan (beban) sedangkan tegangan input pada trafo besarnya berubah-ubah. Agar diperoleh tegangan output yang stabil maka dapat dilakukan dengan cara mengubah banyaknya belitan sehingga berdampak pada berubahnya ratio antara belitan primer dan sekunder trafo dengan demikian tegangan output dari suatu trafo dapat disesuaikan dengan kebutuhan tegangan jaringan (beban) meskipun tegangan inputnya tidak stabil.

Perubahan ratio belitan trafo dapat dilakukan pada saat trafo sedang beroprasi atau saat trafo tidak beroprasi. Perubahan ini dilakukan melalui komponen yang bernama tap changer.



Gambar 2.11 Tap Changer

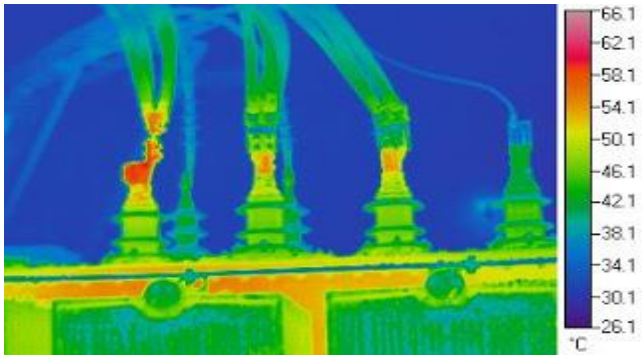
3. Alat Pernapasan

Volume minyak yang terdapat pada tabung konservator sering kali mengalami kenaikan dan penurunan akibat dari pemuaian dan penyusutan pada minyak tersebut. Minyak yang terdapat dalam tabung konservator diusahakan terhindar dari kontak langsung dengan udara luar, karena kelembaban dan uap air yang terkandung pada udara luar dapat mengkontaminasi minyak trafo. Untuk menghindarkan agar minyak trafo tidak terkontaminasi oleh udara luar maka sebelum masuk kedalam konservator udara akan difiltrasi oleh silicagel untuk meminimalkan kandungan uap air yang terdapat pada udara luar. Umumnya silicagel berbentuk seperti bola karet berukuran kecil yang diletakkan didalam tabung dengan jumlah yang banyak, suatu silicagel memiliki batasan dalam menyerap uap air yang terkandung pada udara luar dimana pada kondisi tertentu suatu silicagel harus dipanaskan atau dilakukan penggantian.

Gambar 2.12 Alat Pernapasan

2.2.14 *Thermography / Thermal Image*

Thermography merupakan kata yang diambil dari bahasa yunani yaitu *therme* yang memiliki arti panas, sedangkan *graphy* diambil dari kata *graphos* yang memiliki arti menulis atau menggambar. Kata *thermography* dapat disimpulkan sebagai proses penggambaran dan pengukuran sesuai dengan tingkatan suhu panas yang dipancarkan oleh suatu objek.



Gambar 2.13 Tampilan *Thermography*

Infrared Thermography merupakan suatu proses pendeteksian suhu dari sebuah objek melalui pemanfaatan pancaran infra merah. Infra merah yang terpancar mengenai objek akan mengkonversi serta menampilkan gambar gradasi warna sesuai dengan tingkatan suhu yang terdapat pada objek tersebut. Hasil dari konversi suhu yang telah diperoleh dapat dijadikan sebagai acuan untuk mencari tahu permasalahan yang terjadi pada suatu objek yang nantinya dapat diketahui langkah apa yang harus dilakukan untuk memperbaikinya.

Infrared Thermography bisa digunakan sebagai langkah untuk melakukan pengukuran serta pemeriksaan dari komponen elektrikal, mekanikal dan komponen lainnya. Dengan *infrared thermography* pengukuran serta pemeriksaan suatu komponen dapat dilakukan secara langsung pada saat komponen tersebut sedang beroprasi dan tidak memberikan dampak merugikan pada komponen tersebut. Proses pengukuran suhu suatu komponen mekanikal dan elektrikal dapat dilakukan dari jarak tertentu tanpa adanya kontak secara langsung antara alat ukur dengan komponen tersebut. Dalam melakukan proses pengukuran suhu menggunakan *infrared thermography* ditemui beberapa hal yang dapat mempengaruhi pengukuran tersebut, antara lain :

a. Jarak ketika melalukan pengukuran

b. Emisivity

c. Suhu sekitar yang mengenai objek pengukuran

d. Suhu dari objek lain yang berdekatan dengan objek pengukuran
e. Jenis material dari objek pengukuran

2.2.15 *Thermography* Pada Sebuah Trafo

Ketika sebuah trafo sedang beroprasi, maka bagian-bagian trafo akan memiliki suhu yang panas terutama pada bagian yang teraliri oleh arus. Selain pada bagian yang teraliri arus panas juga timbul pada bagian radiator dan tangki konservator, dimana panas yang terdapat pada bagian radiator terjadi karena minyak yang mengalir dan membawa suhu panas dari belitan kemudian didinginkan oleh radiator. Sedangkan pada tangki konservator akan memiliki suhu yang panas ketika minyak memuai pada saat trafo dikenai beban yang tinggi. Dalam kondisi yang normal, bagian radiator serta tangki konservator akan memiliki suhu yang lebih tinggi pada sisi atasnya dibandingkan dengan sisi bawahnya berdasarkan gradasi warna ketika dilakukan pengujian thermograph. Sedangkan pada bushing trafo, klem dibagian stud sebuah bushing akan memiliki suhu yang sangat panas dibandingkan dengan suhu sekitarnya.

Ketika dilakukannya pengujian *thermography* dan hasil yang diperoleh menunjukkan adanya ketidaknormalan suhu pada sebuah trafo hal ini menandakan adanya permasalahan yang terjadi di bagian tersebut.

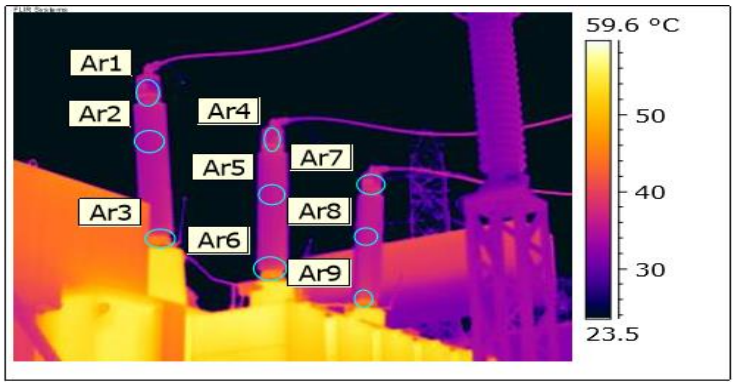
Beberapa lokasi pengujian *thermography* yang dilakukan pada sebuah trafo antara lain yaitu:

a. Bushing
b. Maintank
c. Radiator
d. Tangki konservator

Pada saat pengujian dengan *thermography* berlangsung, pengujian yang dilakukan diambil dari tiga sisi yaitu sisi atas, sisi tengah, dan sisi bawah. Hasil pengujian yang diperoleh akan ditampilkan pada *display* alat ukur serta terdapat tingkatan warna yang akan ditampilkan pada sisi kanan *display* sesuai dengan rentang suhu yang terdapat pada objek pengujian.

Pengujian *thermography* yang dilakukan pada bagian sirip pendingin diambil dari tiga sisi, dengan diambilnya pengujian dari tiga sisi tersebut maka hasil yang diperoleh dapat mengetahui apakah terjadi ketidak normalan atau tidak dari proses pendinginan yang sedang berlangsung. Jika hasil pengujian menunjukkan adanya ketidak normalan maka harus segera dilakukan tindakan agar proses pendinginan dapat berlangsung secara normal kembali.

Pengujian yang dilakukan pada bagian bushing trafo yaitu dengan cara memperhatikan titik terpanas yang terjadi pada bushing kemudian dibandingkan dengan fasa yang lain.



Gambar 2.14 Pengukuran *thermography*

2.2.16 Analisa Hasil dan Rekomendasi *Thermography*

Setelah dilakukannya pengujian *thermography*, maka hasil pengujian tersebut akan di analisis guna mengetahui bagaimana kondisi dari tiap-tiap bagian transformator yang telah diuji sebelumnya. Analisi yang dilakukan berdasarkan pada gradasi warna yang di dapat ketika pengujian. Dari analisi ini akan diketahui apakah kondisi dari bagian-bagian transformator dalam keadaan normal atau tidak, ketika terdapat bagian transformator yang memiliki kondisi tidak normal maka dapat langsung dilakukan penanganan sesuai dengan rekomendasi yang telah ditentukan. Berikut ini adalah tabel 2.5 yang merupakan hasil evaluas**i** dan rekomendasi setelah dilakukannya pengujian *thermography.*

Tabel 2.5 Evaluasi dan rekomendasi *thermography*

No	Lokasi	Kondisi	Rekomendasi
1	**Maintank**		
	Pola Gradien suhu Maintank	Normal	-
		Tidak Normal	Uji DGA
			Review desain
2	**OLTC**		
	Pola Gradien suhu tanki	Normal	-
		Tidak Normal	Uji DGA
3	**Radiator**		
	Pola Gradien suhu Radiator	Normal	-
		Tidak Normal	Check valve radiator dan kebersihan
4	**Bushing**		
	Perbandingan suhu antar fasa	$1^{O}C$ - $3^{O}C$	Dimungkinkan ada ketidaknormalan, perlu investigasi lanjut
		$4^{O}C$ - $15^{O}C$	Mengindikasikan adanya defesiensi, perlu dijadwalkan perbaikan
		$>16^{O}C$	Ketidaknormalan mayor, perlu dilakukan perbaikan segera
	Suhu Maksimum kepala bushing	$>90^{O}C$	Lakukan investigasi penyebab
		$35^{O}C$ - $45^{O}C$ dibandingkan suhu lingkungan pada beban nominal	