Jurnal Ilmiah Teknik Elektro UML (JITRO-UML)
Vol. 5, No.1, Hlm. 1-13, Oktober 2022
e-ISSN 2746-1750

Analisis Efisiensi Trafo Toroidal dan Trafo Inti Besi Pada Proses Pengisian Baterai Berbasis LabView

Jeckson[1], Kandar Fitriadi[2], Ancolo[3]

[123] Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Lampung
Jl. H. Zainal Abidin Pagar Alam No.14 Bandar Lampung 35142
E-mail: [1]jecksonmuhammad@gmail.com, [2]Kandarfitriadi37@gmail.com,

ABSTRACT

Determining the type of transformer to be used in practical activities or used for charging batteries, an analysis test can be carried out by looking at the current and voltage on the transformer to be selected for use in the desired activity so that the most efficient transformer is obtained. This research was conducted to see the best and efficient transformer between the toroidal transformer and the iron transformer by using current analysis and input and output voltage. Then calculate the percentage of efficiency on each transformer so that the most efficient transformer is obtained between the Toroidal Transformer and the Iron Core Transformer. In this study, using Transformer Efficiency Analysis in Labview-Based Battery Charging Process. Labview itself is used as a user interface for measuring current and output voltage on a transformer with 24 Volt battery loading. So that we get the Output Current Trendline which later can be used to determine the efficiency of the transformer.

Keywords: Efficiency, Toroidal transformer, Iron Core Transformer, battery, Labview

1. Pendahuluan

Energi listrik memiliki peran penting dalam kehidupan manusia. Energi listrik digunakan dalam beberapa sektor, yaitu sektor rumah tangga, industri, bisnis, sosial, gedung kantor, penerangan jalan umum dan peralatan elektronik serta kendaraan umum. Sudah banyak sekali peralatan – peralatan moderen yang proses penggunaan nya menggunakan energi listrik. Peralatan – peralatan tersebut selain di *supplay* dari sumber PLN juga di *supplay* dari Baterai.

Baterai ini pada jaman moderen menjadi salah satu komponen penting bagi peralatan peralatan yang menggunakan listrik sebagai sumber energi nya. Misalnya seperti komputer, ponsel, alat pacu jantung dan lampu penerangan jalan yang menggunakan baterai sebagai sumber listriknya. Dari pentignya baterai sebagai penyedia listrik bagi peralatan maka baterai yang dulunya sekali pakai sekarang menjadi baterai yang fungsinya dapat diisi ulang kembali. Bila dibandingkan dengan dengan baterai biasa baterai isi ulang lebih bagus karena selain ketahananya lebih lama dan juga bagus untuk lingkungan karena tidak sering diganti dan mengurangi banyaknya sampah .

Transformator atau sering disingkat dengan istilah Trafo adalah suatu alat listrik yang dapat mengubah taraf suatu tegangan AC ke 220 VAC. Transformator atau trafo ini bekerja berdasarkan prinsip induksi Elektromagnetik dan hanya dapat bekerja pada tegangan yang berarus bolak balik (AC). Transformator sendiri pada penggunaan *charger* sebagai penurun tegangan dari PLN yang nantinya disesuaikan dengan tegangan baterai yang akan diisi. Dari pentingnya *charger* untuk pengisian baterai yang mana apabila *charger* tersebut mengalami kerusakan maka akan fatal bagi baterai itu sendiri. Untuk itu maka pada penelitian ini akan dibahas mengenai salah satu komponen dari *charger* tersebut yaitu Transformator.

Pada pengisian baterai sering ditemukan penggunaan trafo inti besi sebagai pengubah arus dari sumber listrik PLN dan kemudian disalurkan ke baterai untuk pengisian (*charging*). Pada penelitian ini akan membandingkan kinerja trafo inti besi dengan trafo toroidal atau seting disebut trafo bulat/donat.

Dari segi harga trafo toroid relatif lebih mahal dibandingkan dengan trafo inti besi namun apakah kualitas efisiensi trafo toroid akan lebih baik dibandingkan trafo inti besi, Penggunaan trafo toroidal pada penelitian ini akan diuji cobakan pada sistem pengisian baterai yang nantinya akan dibandingkan dengan trafo inti besi yang nantinya akan

diketahui kinerja trafo manakah yang terbaik pada sistem pengisian baterai.

Pada penelitian ini akan membahas masalah pada penggunaan trafo inti besi dimana trafo inti besi sering digunakan pada proses pengisisan baterai dan akan di bandigkan dengan trafo toroid yang akan diuji cobakan pada proses pengisian baterai. Hasil dari pengukuran dan Analisis akan didapatkan nilai efisien terbaik anatara trafo inti besi dan trafo toroid pada proses baterai. Nilai efisiensi akan dilihat dari nilai input dan output dari pada trasformator yang akan dipakai sehinga dapat diketahui kualitas trafo manakah yang cocok untuk pengisian baterai .

Data dari hasil Aanalisa dan pengukuran akan diolah menggunakan basis pemrogaman labview. Yang nantinya akan di olah menjadi user *interface* Berupa bolg diagram dan grafik pengukuran analisa terhadap waktu yang ditentukan pada saat penelitian.Transformator tersebut akan diujikan terhadap beban yaitu baterai dengan jenis baterai lead acid. Baterai lead acid yang akan digunakan adalah baterai kering yang sering digukanan pada UPS yang biasa dipakai pada industri untuk mendukung pekerjaan sehari – hari.

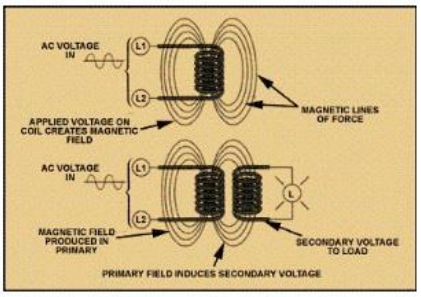
Manfaat untuk masa depan pada penelitian ini adalah untuk perkembangan teknologi pada bidang pengisian baterai. Dimana pada zaman sekarang sedang berkembang teknologi berbasis elektrik seperti terciptanya sepeda listrik, motor listrik dan mobil listrik dimana kendaraan tersebut membutuhkan isi ulang suplay listrik atau charging pada baterai yang digunakan. Penelitian ini akan mendapatkan hasil efisiensi terbaik pada penggunaan trafo inti besi dan trafo toroid pada pengisian baterai. Semoga penelitian ini akan dikembangkan untuk pengisian baterai dengan skala yang besar di kemudian hari.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Transformator

Trafo adalah perangkat listrik pasif yang mentransfer energi listrik dari satu rangkaian listrik ke yang lain, atau beberapa rangkaian. Arus yang bervariasi dalam setiap kumparan transformator menghasilkan fluks magnet yang bervariasi dalam inti transformator, yang menginduksi gaya gerak listrik yang bervariasi pada kumparan lain yang melilit pada inti yang sama. Transformer paling umum digunakan untuk meningkatkan tegangan AC rendah pada arus tinggi (*transformator step-up*) atau mengurangi voltase AC tinggi pada arus rendah (*transformator step-down*) dalam aplikasi tenaga listrik, dan untuk menyambungkan tahapan sirkuit pemrosesan sinyal. Transformer juga dapat digunakan untuk isolasi, di mana tegangan sama dengan tegangan keluar, dengan kumparan terpisah tidak terikat secara elektrik satu sama lain.

Transformator merupakan peralatan statis dimana rangkaian magnetik dan belitan yang terdiri dari dua 2 atau lebih belitan secara induksi elektromagnetik mentransformasikan daya (arus dan tegangan) sistem AC ke sistem arus dan tegangan lain pada frekuensi yang sama. Trafo menggunakan prinsip elektro magnetik yaitu hukum – hukum ampere dan induksi faraday, dimana perubahan arus atau medan listrik dapat membangkitkan medan magnet dan perubahan medan magnet/fluks medan magnet dapat membangkitkan tegangan induksi.

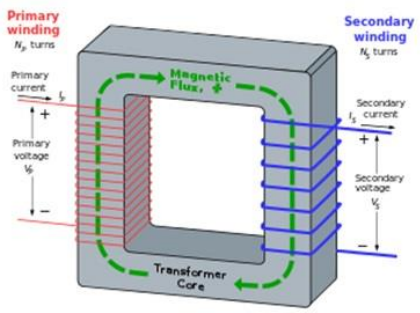


Gambar 1. Prinsip medan elektromagnetik

Arus AC yang mengalir pada belitan primer membangkitkan fluks magnet yang mengalir melalui inti besi yang terdapat diantara dua belitan, fluks magnet tersebut menginduksi belitan sekunder sehingga pada ujung belitan sekunder akan terdapat bebanpotensial/tegangan induksi.

2.2. Prinsip Kerja Transformator

Transformator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Tegangan masukan bolak – balik yang membentangi primer menimbulkan fluks magnet yang idealnya semua bersambung dengan lilitan sekunder. Fluks bolak – balik ini menginduksikan GGL dalam lilitan sekunder jika efisiensi sempurna, semua daya pada lilitan primer akan dilimpahkan kelilitan sekunder.



Gambar 2. Prinsip kerja Transformator

Apabila kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak – balik maka fluks bolak – balik akan muncul didalam inti yang dilaminasi, karena kumparan tersebut membentuk jaringan tertutup maka mengalirlah arus primer. Akibat adanya fluks dikumparan primer terjadi induksi (*self induction*) dan terjadi pula induksi dikumparan sekunder karena pengaruh induksi dari kumparan primer atau disebut sebagai induksi bersama (*mutual induction*) yag menyebabkan timbulnya fluks magnet di kumparan sekunder, maka mengalirlah arus sekunder jika rangkaian sekunder dibebani, sehingga energi listrik dapat ditransfer keseluruhan (secara magnetisasi).

$$e = -N\frac{dt}{d\varphi} \qquad (1)$$

Dimana :
e = gaya tarik listrik (ggl) Volt
N = jumlah lilitan
$\frac{dt}{d\varphi}$ = perubahan Fluks

Perlu diingat bahwa hanya tegangan listrik bolak – balik yang dapat ditransformasikan oleh transformator. Sedangkan dalam bidang elektronika, transformator digunakan sebagai gandengan impendansi antara sumber dan beban untuk menghambat arus searah sambil tetap melakukan arus bolak – balik antara rangkaian. Tujuan menggunakan inti pada transformator adalah untuk mengurangi (tahanan magnetis) dari rangkaian magnetis (*common magnetic circuit*)

Kemudian pada pengaplikasianya terdapat fluks magnet maksimum yang rumus nya adalah :

$$\Phi maks = \frac{V1}{4{,}44\ f\ N1} \qquad (2)$$

Dimana :
$\Phi maks$ = fluks maksimum (wb)
V1 = Tegangan Primer (V)
F = Frekuensi (Hz)
N1 = Jumlah lilitan

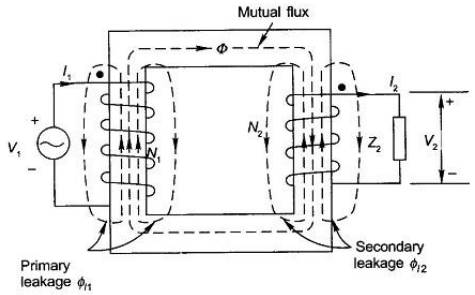
Kemudian pada teori kuantitatif, Transformator ditinjau dari kumparan primer dan kumparan sekunder. Kemudian pada gambar dibawah ini untuk tegangan V1 yang berubah terhadap waktu yang diberikan pada tegangan primer. Suatu fluks inti akan tiba – tiba berubah sehingga e1 sama dengan tegangan yang diberikan bila tahanan kumparan dapat diabaikan dengan N1 adalah jumlah lilitan pada primer, jadi :

$$V1 = e = N1\frac{d\varphi}{dt} \qquad (3)$$

Fluks inti juga dirangkum oleh kumparan sekunder dan menghasilkan tgl induksi e2 dan tegangan terminal sekunder V2 yang sama dengan N2 adalah jumlah lilitan pada sekunder yang diberikan oleh,

$$V2 = e2 = N2\frac{d\varphi}{dt} \qquad (4)$$

Dari dua persamaan tadi maka akan didapatkan suatu persamaan perbandingan antara jumlah lilitan dengan tegangan yang ada pada transformator. Tegangan dan jumlah lilitan tersebut didapat dari tegangan primer dan tegangan sekunder .



Gambar 3. Perbandingan antara fluks magnet dengan perbandingan tegangan dengan jumlah lilitan

Kemudian saat suatu transformator ideal diberikan sebuah beban maka nilai dari I2 akan muncul karena ada arus yang mengalir. Kemudian akan terjadi sebuah keseimbangan antara daya primer dan daya sekunder. Keseimbangan ini terjadi karena arah putaran dari kumparan yang berlawana arah. Dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$N1i1 = N2\ i2$$

Atau

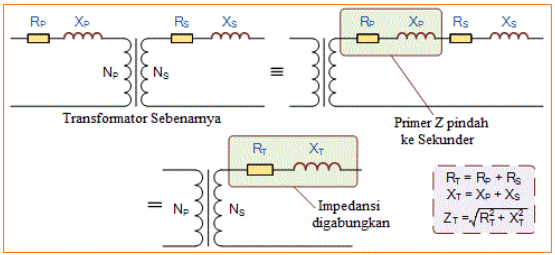
$$\frac{i1}{i2} = \frac{N2}{N1} \qquad (5)$$

Dimana :
i1 = Arus pada Primer (A)
i2 = Arus pada Sekunder (A)

Kemudian pada nilai keseimbangan terhadap tegangan dan arus juga dapat dirumuskan dengan persamaan:

$$v1\ i1 = v2\ i2 \tag{6}$$

Dimana :
v 1 = Tegangan pada Primer (V)
v 2 = Tegangan pada Sekunder (V)



Gambar 4. Rangkaian Transformator dengan impedansi

Pada gambar dapat dilihat bahwa arus gerak magnet adalah sama atara arah primer dan sekunder nya. Dapat digunakan rumus untuk mencari nilai tegangan arus dan jumlah lilitan pada transformator. Dari persamaan yang telah dijabarkan dapat diambil beberapa rumus yaitu :

$$\mathrm{v1} = \frac{N1}{N2}\ V2 \quad \text{dan } \mathrm{v2} = \frac{N2}{N1}\ V1$$
$$\mathrm{I1} = \frac{N2}{N1}\ I2 \quad \text{dan } \mathrm{I2} = \frac{N1}{N2}\ I1 \tag{7}$$

$$\mathrm{v1} = \frac{N1}{N2}\ V2 \quad \text{dan } \mathrm{v2} = \frac{N2}{N1}\ V1$$
$$\mathrm{I1} = \frac{N2}{N1}\ I2 \quad \text{dan } \mathrm{I2} = \frac{N1}{N2}\ I1 \tag{8}$$

Dari rumus tersebut dapat dilihat bahwa untuk mencari nilai perbandingan antara arus dan tegangan primer dengan arus dan tegangan sekunder adalah dilihat dari jumlah lilitan yang ada pada gulungan primer dan sekunder. Kemudian terdapat suatu persamaan lagi yang terhadap impedansi yaitu :

$$\frac{V1}{I1} = \left(\frac{N1}{N2}\right)2\ \frac{V2}{I2} = \left(\frac{N1}{N2}\right)2\ Z2 \tag{9}$$

Dimana Z2 adalah impedansi kompleks beban. Pada efeknya, impedansi Z2 dalam rangkaian sekunder dapat digantikan dengan impedansi Z1 yang ekivalen dalam rangkaian primer yaitu dengan rumus :

$$\mathrm{Z1} = \left(\frac{N1}{N2}\right) Z2 \tag{10}$$

Dimana Z1 impedansi lilitan primer dari rumus – rumus yang sudah didapatkan dapat diambil kesimpulan bahwa dalam suatu transformator ideal tegangan di transformator berbanding lurus dengan jumlah lilitanya. Untuk arusnya adalah berbanding terbalik dengan jumlah lilitan sedangkan untuk impedansi bebanya adalah berbanding lurus dangan kuadrat jumlah lilitanya.

2.3. Komponen Transformator

Komponen utama transformator tenaga terdiri dari bagian-bagian diantaranya: inti besi, kumparan transformator, minyak transformator, bushing, tangki konservator, peralatana Bantu pendinginan transformator, tap changer dan alat pernapasan (*dehydrating breather*).

1. Inti besi berfungsi untuk mempermudah jalan fluksi,magnetik yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melalui kumparan. Dibuat dari lempengan-lempengan besi tipis yang berisolasi, untuk mengurangi panas (sebagai rugi-rugi besi) yang ditimbulkan oleh *Eddy Current*.
2. Kumparan transformator adalah beberapa lilitan kawat berisolasi yang membentuk suatu kumparan atau gulungan. Kumparan tersebut terdiri dari kumparan primer dan kumparan sekunder yang diisolasi baik terhadap inti besi maupun terhadap antar kumparan dengan isolasi padat seperti karton, pertinak dan lain-lain. Kumparan tersebut sebagai alat transformasi tegangan dan arus.
3. Minyak transformator merupakan salah satu bahan isolasi cair yang dipergunakan sebagai isolasi dan pendingin pada transformator.
   Sebagai bagian dari 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 mempunyai unsur atau senyawa hidrokarbon yang terkandung adalah senyawa hidrokarbon parafinik, senyawa hidrokarbon naftenik dan senyawa hidrokarbon aromatik. Selain ketiga senyawa tersebut, minyak

transformator masih mengandung senyawa yang disebut zat aditif meskipun kandungannya sangat kecil

4. *Bushing* Hubungan antara kumparan transformator dengan jaringan luar melalui sebuah bushing yaitu sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator. *Bushing* sekaligus berfungsi sebagai penyekat/isolator antara konduktor tersebut dengan tangki transformator. Pada *bushing* dilengkapi fasilitas untuk pengujian kondisi bushing yang sering disebut *center tap*.
5. Tangki Konservator berfungsi untuk menampung minyak cadangan dan uap/udara akibat pemanasan trafo karena arus beban. Diantara tangki dan trafo dipasangkan relai bucholzt yang akan meyerap gas produksi akibat kerusakan minyak . Untuk menjaga agar minyak tidak terkontaminasi dengan air, ujung masuk saluran udara melalui saluran pelepasan/venting dilengkapi media penyerap uap air pada udara, sering disebut dengan silica gel dan dia tidak keluar mencemari udara disekitarnya.
6. Peralatan Bantu Pendinginan Transformator Pada inti besi dan kumparan – kumparan akan timbul panas akibat rugi-rugi tembaga. Maka panas tersebut mengakibatkan kenaikan suhu yang berlebihan, ini akan merusak isolasi, maka untuk mengurangi kenaikan suhu yang berlebihan tersebut transformator perlu dilengkapi dengan alat atau sistem pendingin untuk menyalurkan panas keluar transformator, media yang dipakai pada sistem pendingin dapat berupa: Udara/gas, Minyak dan Air.
7. Tap Changer Kualitas operasi tenaga listrik jika tegangan nominalnya sesuai ketentuan, tapi pada saat operasi dapat saja terjadi penurunan tegangan sehingga kualitasnya menurun, untuk itu perlu alat pengatur tegangan agar tegangan selau pada kondisi terbaik, konstan dan berkelanjutan. Untuk itu trafo dirancang sedemikian rupa sehingga perubahan tegangan pada sisi masuk/input tidak mengakibatkan perubahan tegangan pada sisi keluar/output, dengan kata lain tegangan di sisi keluar/output-nya tetap. Alat ini disebut sebagai sadapan pengatur tegangan tanpa terjadi pemutusan beban, biasa disebut On Load Tap Changer (OLTC). Pada umumnya OLTC tersambung pada sisi primer dan jumlahnya tergantung pada perancangan dan perubahan sistem tegangan pada jaringan.
8. Alat pernapasan (Dehydrating Breather) Sebagai tempat penampungan pemuaian minyak isolasi akibat panas yang timbul, maka minyak ditampung pada tangki yang sering disebut sebagai konservator. Pada konservator ini permukaan minyak diusahakan tidak boleh bersinggungan dengan udara, karena kelembaban udara yang mengandung uap air akan mengkontaminasi minyak walaupun proses pengkontaminasinya berlangsung cukup lama. Untuk mengatasi hal tersebut, udara yang masuk kedalam tangki konservator pada saat minyak menjadi dingin memerlukan suatu media penghisap kelembaban, yang digunakan biasanya adalah silica gel. Kebalikan jika trafo panas maka pada saat menyusut maka akan menghisap udara dari luar masuk kedalam tangki dan untuk menghindari terkontaminasi oleh kelembaban udara maka diperlukan suatu media penghisap kelembaban yang digunakan biasanya adalah silica gel, yang secara khusus dirancang untuk maksud tersebut diatas.

2.4. Trafo Toroid

Trafo toroid sudah biasa disebut trafo donat karena bentuknya yang bundar dengan lubang ditengah yang mirip dengan donat. Bentuk trafo toroid jauh berbeda dengan trafo biasa yang biasanya berbentuk kotak. Trafo toroid ini juga bentuknya lebih sederhana karena hanya terbentuk dari core (inti besi) yang berbentuk donat, kawat email dan isolasi.

Kelebihan daripada penggunaan trafo toroid adalah untuk penggunaan dalam dunia elektronika diantaranya :

1. Arus tanpa beban yang dibutuhkan oleh trafo toroid lebih kecil.
2. Penggunaan trafo toroid dapat mengurangi noise maupun dengung 10%~15% untuk perakitan amplifier daripada menggunakan trafo EI (kotak)
3. Suhu kerja trafo toroid lebih rendah.
4. Dapat menghemat pemakaian energi listrik, karena trafo toroid menggunakan inti berbentuk bulat sehingga fluknya tidak sebesar trafo EI.
5. Karena medan magnet trafo toroid yang tertutup, sehingga medan magnet yang dihasilkan oleh induktor toroid tidak mengintervensi perangkat elektronik yang lainnya.
6. Memiliki bentuk fisik yang lebih kecil, untuk nilai induktansi yang sama dengan

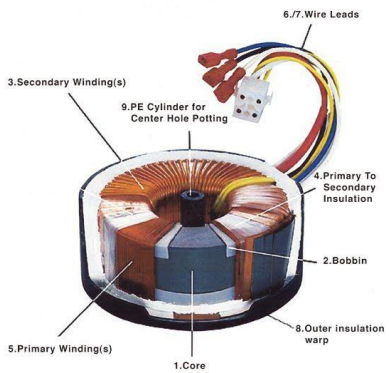
induktor jenis lain. Sehingga berat dari trafo toroid juga lebih ringan daripada trafo EI.

7. Karena bentuk fisiknya yang lebih kecil, sehingga akan lebih menghemat tempat saat perakitan dalam chasing komponen elektronika.
8. Medan magnet trafo toroid lebih kuat, sehingga induktor toroid dapat menghemat jumlah lilitan dalam pembuatan induktor.

Selain memiliki kelebihan, tentunya trafo toroid juga memiliki kekurangan diantaranya:

1. Memiliki tarikan awal yang besar, sehingga membutuhkan auto softstar supaya ketika menyalakan tidak membuat trip meteran listrik.
2. Harga trafo toroid yang lebih mahal daripada trafo EI.

Bagian – bagian dari transformator toroid yang sangat penting agar transformator tersebut bisa memaksimalkan kerjanya. Adapun bagian – bagian dari transformator toroid yaitu, *Core* atau inti Transformator Perbedaan mencolok dari transformator toroid adalah pada inti atau core yang dipakai. Transformator pada umumnya berinti E dengan penumpukan yang nantinya berbentuk kotak. Pada trasformator toroid ini bentuk dari core atau intinya ialah bulat dengan lubang ditengah persis sepeti donat. Pembuatan inti atau *core* sendiri biasanya digunakan beberapa bahan dan bahkan udara pun bisa digunakan sebagai *core* transformator. Namun pada umumnya inti dari transformator toroid adalah iti besi. Inti besi tersebut terdiri dari lempengan – lempengan yang dijadikan satu sampai membentuk sauatu inti bulat menyerupai donat.



Gambar 5. Bagian-bagian Transformator toroid

Kemudian untuk mencari nilai luas inti core dari transformator toroid dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$A = \sqrt{P\ X\ 1{,}1} \qquad (11)$$

Dimana :
A = luas dari inti (cm2)
P = Daya maksimal dari trafo (watt)
1,1 = adalah konstata ketetapan pada inti trafo

Dari rumus ini dapat diketahui kekuatan ukuran luas dari core atau inti trafo untuk menampung daya maksimal yang akan digunakan.

Pada lilitan trafo toroid untuk jumlah lilitan yang akan digunakan disebutsebagai GPV (Gulungan per Volt). Jumlah GPV ini nilainya sangat penting untuk mendapat nilai tegangan *step down* yang diinginkan seperti perbandingan pada rumus sebelumnya yaitu dalam suatu transformator ideal tegangan di transformator berbanding lurus dengan jumlah lilitanya. Untuk arusnya adalah berbanding terbalik dengan jumlah liliran sedangkan untuk impedansi bebanya adalah berbanding lurus dengan kuadrat jumlah lilitanya. Maka rumus yang digunakan adalah:

$$\mathrm{GPV} = \left(\frac{f}{A}\right) \qquad (12)$$

Dimana:
GPV = jumlah gulungan tiap volt
F = Frekuensi Hz
A = luas penampang core atau inti (cm2)

Kemudian dari rumus tersebut nilai GPV belum bisa dicari jika nilai dari luas belum diketahui. Untuk nilai tersebut bisa dicari dari rumus awal. Bila dilihat dari nilai daya. Namun untuk nilai luas yang lebih spesifik yang khusus pada trafo toroid digunakan rumus :

$$\mathrm{A} = \left(\frac{R2 - R1}{2}\right) X\ t \qquad (13)$$

Dimana :
A = luas penampang (cm^2)
R2 = jari – jari luar (cm)
R1 = jari – jari dalam (cm)
t = tinggi (cm)

Dari rumus yang sudah didapatkan maka didapatkan nilai GPV. Nilai GPV ini kemudian akan digunakan untuk mencari nilai jumlah

lilitan yang akan digunakan. Dapat di rumuskan sebagai berikut:

$$N = GPV\ X\ V \quad (14)$$

Dimana:
N = jumlah lilitan
GPV = nilai gulungan per volt
V = tegangan (Primer dan Sekunder)

Nilai dari rumus – rumus yang dijabarkan digunakan dalam sebuat perancangan transformator toroid pada penentuan jumlah lilitan yang akan digunakan. Pada umumnya untuk nilai dari lilitan primer akan lebih besar dari pada sekunder jika trafo tersebut adalah penurunan tegangan atau sebaliknya

2.5. Trafo Inti Besi

Trafo jenis ini merupakan trafo yang paling populer dan paling diminati hingga saat ini. Inti dari trafo ini merupakan susunan lembaran-lembaran dari besi lunak yang disatukan menjadi satu. Hampir seluruh trafo yang dipergunakan di gardu listrik menggunakan jenis trafo ini. Frekuensi kerja trafo bekerja pada 50-60 Hz. Kelebihan lain dan trafo adalah tidak memerlukan banyak komponen pendukung seperti halnya dengan komponen pada SMPS. Umumnya komponen yang diperlukan sangat sederhana, murah. Namun trafo umumnya lebih berat pada daya besar karena menggunakan material besi yang sangat berat dan besar.

Pada penggunaan sebagai *power supply* trafo inti besi tidak memerlukan banyak komponen pendukung yang rumit dan mahal seperti pada SMPS. *Power supply* dari trafo inti besi disebut *power supply* konvensional, tegangan AC lebih dahulu diturunkan melalui sebuah transformator step down lalu keluaran trafo disearahkan dengan dioda dan diratakan dengan kapasitor elektrolit (elco). Sering sekali kita mendengar istilah "*power supply*" pada bidang elektronik.

Power supply linier ini masih menonjol untuk kebutuhan daya sedang dan merupakan jenis catu daya konvensional. Prinsip power supply jenis ini masih menerapkan mode pengubahan tegangan AC ke DC menggunakan transformator *step-down* sebagai komponen utama penurunan tegangan.

2.6. Efisiensi Transformator

Idealnya agar Transformator memiliki efisiensi terbaik 100 % berarti Transformator tersebut tidak memiliki rugi daya sama sekali. Namun pada kenyataanya trafo dengan efisiensi terbaik tersebut tidak bisa tercapai. Penyebabnya adalah adanya faktor – faktor tertentu yaitu faktor inti dan faktor lilitan. Faktor rugi inti biasanya disebut dengan *core lose* atau *iron lose* dan faktor rugi belitan biasanya disebut *copper lose*.

Efisiensi pada transformator merupakan perbandingan antara besarya daya *output* dangan daya inputnya. Seperti yang dijelaskan tadi bahwa efisiensi terbaik adalah 100%. Efisiensi trafo tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

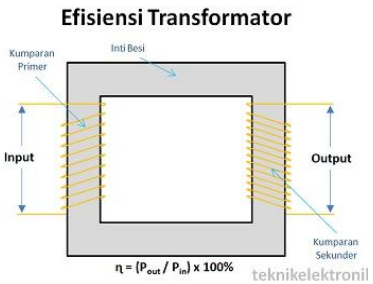
$$\eta = \left(\frac{Po}{Po + \sum rugi}\right) X\ 100\% \quad (13)$$

Dimana:
Po = Daya Keluaran (W)
Σ = Rugi Total (W)

Atau

$$\eta = \left(\frac{P\ out}{P\ in}\right) X\ 100\%$$

Dimana :
η = Efisiensi Trafo
Pout = Daya Listrik Keluaran (output) atau daya pada kumparan sekunder
Pin = Daya listrik maksimum (input) atau daya pada kumparan Primer



Gambar 6. Efisiensi Trafo

Dari rumus tersebut terdapat dua parameter yang harus dicari terlebih dahulu yaitu Po dan Pin pada trafo. Dua parameter tersebut memiliki rumus yang sebanding. Perbandingan tersebut dilihat dari jumlah lilitan atau N pada daerah primer dan sekunder. Rumus tersebut yaitu :

$$Po = Vo\ X\ Io \quad (14)$$

$$\mathbf{Pin} = Vin\ X\ Iim \quad (15)$$

Dimana:
Vo = Tegangan Seknder (V)
Vin = Tegangan Primer (V)
Io = Arus Sekunder (A)
Iin = Arus Primer (A)

Kemudia rumus tersebut di dapatkan dengan rumus:

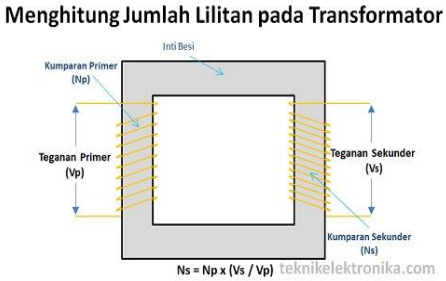
$$\text{Vo} = \frac{N2}{N1}\ Vin \ \text{ atau } \text{Vin} = \frac{N1}{N2}\ Vin \quad (16)$$

$$\text{Io} = \frac{N2}{N1}\ Iin \ \text{ atau } \text{Iin} = \frac{N1}{N2}\ Io \quad (17)$$

Dimana rumus tersebut adalah rumus perbandungan antara arus dan tegangan dengan jumlah lilitan pada bagian primer dan sekunder. Nilai arus berbanding lurus antara nilai arus dengan nilai jumlah lilitan sedangkan untuk nilai tegangan dengan jumlah lilitan berbanding terbalik . Menghitug jumlah lilitan pada Transformator, Untuk menghitung jumlah lilitan pada trafo digunakan rumus sebagai berikut :

Np/Ns = Vp/Vs
Atau (18)
Ns= Np x (Vs/Vp)

Dimana :
Np : Jumlah lilitan Primer
Ns : Jumlah lilitan Sekunder
Vp : Tegangan Primer
Vs : Tegangan Sekunder

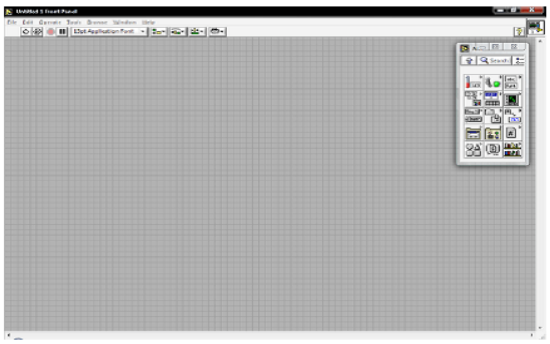


Gambar 7. Menghitung Jumlah Lilitan

2.7. Labview

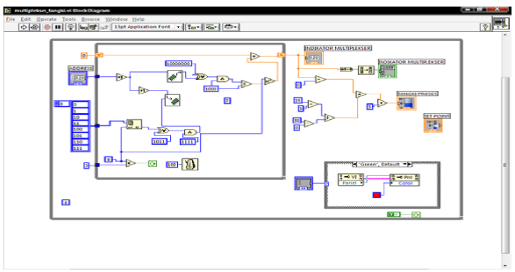
Program LabVIEW adalah sebuah *software* pemrograman yang diproduksi oleh *National Instruments* dengan konsep yang berbeda. Seperti bahasa pemrograman lainnya yaitu C++, matlab atau *Visual Basic*, LabVIEW juga mempunyai fungsi dan peranan yang sama, perbedaannya bahwa labVIEW menggunakan bahasa pemrograman berbasis grafis atau *block diagram* sementara bahasa pemrograman lainnya menggunakan basis text. Program labVIEW dikenal dengan sebutan Vi atau *Virtual Instruments* karena penampilan dan operasinya dapat meniru sebuah *instrument*. Pada labVIEW, user pertama-tama membuat *user interface* atau *front panel* dengan menggunakan kontrol dan indikator, yang dimaksud dengan kontrol adalah *knobs*, *push button*, *dials* dan peralatan input lainnya sedangkan yang dimaksud dengan indikator adalah graphs, LEDs, dan peralatan *display* lainnya. Setelah menyusun *user interface*, lalu *user* menyusun *block diagram* yang berisi kode-kode Vis untuk mengontrol *front panel*. NI (2005) menyebutkan *Software* LabVIEW terdiri dari tiga komponen utama yaitu:

1. *Front panel* adalah begian *window* yang berlatar belakang abu-abu serta mengandung kontrol dan indikator. *Front panel* digunakan untuk membangun sebuah VI, menjalankan program dan men*debug* program.



Gambar 8. Front panel

2. Blok diagram adalah bagian window yang berlatar belakang putih berisi *source code* yang dibuat dan berfungsi sebagai instruksi untuk *front panel*.



Gambar 9. Blok Diagram

3. *Control* dan *function pallete* digunakan untuk membangun sebuah Vi

a. Control pallete
Control pallete merupakan tempat beberapa kontrol dan indikator pada *front*

panel, control pallete hanya tersedia di *front panel*, untuk menampilkan *control pallete* dapat dilakukan dengan mengklik *windows >> show control pallete* atau klik kanan *front panel*.

b. Function pallete

Function pallete digunakan untuk membangun sebuah block diagram, *function pallete* hanya tersedia pada *block diagram*, untuk menampilkannya dapat dilakukan dengan mengklik *windows >> show control pallete* atau klik kanan pada lembar kerja block diagram.



Gambar 10. *Control pallete*



Gambar 11. *Function pallete*

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Data Pengamatan Trafo Inti Besi

1. Data pengukuran Tegangan pada trafo inti besi menggunakan beban baterai kering (*Lead Acid*) sebagai berikut :

Tabel 1. Data pengukuran Tegangan Input Tafo Inti Besi menggunakan beban baterai kering (*Lead Acid*)

Hasil pengukuran Tegangan Input Trafo Inti Besi				
No	Teganggan (Volt)	No	Tegangg an (Volt)	Waktu (menit)
1	223,8	16	223,9	
2	223,4	17	223,8	
3	223,1	18	223,3	
4	223,4	19	224,7	
5	224,1	20	223,2	
6	224,6	21	224,6	
7	224,8	22	223,1	
8	223,1	23	223,6	60
9	224,8	24	224,3	
10	223,8	25	224,6	
11	223,4	26	223,1	
12	223,7	27	223,4	
13	223,5	28	223,5	
14	224,1	29	223,7	
15	224,3	30	223,1	

Tabel 2. Data pengukuran Tegangan Output Trafo Inti Besi menggunakan beban baterai kering (*Lead Acid*)

Hasil pengukuran Tegangan Output Trafo Inti Besi				
No	Tegangan (Volt)	No	Teganga n (Volt)	Waktu (menit)
1	15,812	16	15,751	
2	15,812	17	15,751	
3	15,812	18	15,751	
4	15,812	19	15,751	
5	15,812	20	15,751	
6	15,812	21	15,751	
7	15,812	22	15,962	
8	15,812	23	15,962	60
9	15,812	24	15,962	
10	15,812	25	15,962	
11	15,812	26	15,962	
12	15,812	27	15,962	
13	15,812	28	15,962	
14	15,812	29	15,962	
15	15,751	30	15,962	



Gambar 13. Grafik Pengukuran Tegangan Trafo Inti Besi menggunakan beban baterai kering (*Lead Acid*)

2. Data pengukuran Arus pada trafo inti besi menggunakan beban baterai kering (*Lead Acid*)sebagai berikut :

Tabel 3. Data pengukuran Arus Input Trafo Inti Besi menggunakan beban baterai kering (Lead Acid)

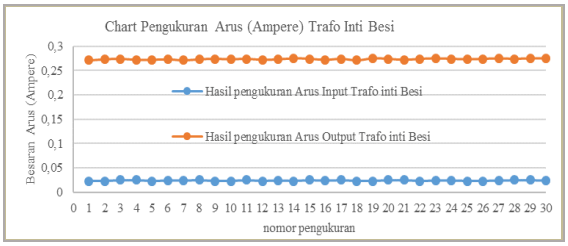
Hasil pengukuran Arus Input Trafo inti Besi				
No	Arus (Ampere)	No	Arus (Ampere)	Waktu (menit)
1	0,023	16	0,024	
2	0,023	17	0,025	
3	0,025	18	0,023	
4	0,025	19	0,023	
5	0,023	20	0,025	
6	0,024	21	0,025	
7	0,024	22	0,023	
8	0,025	23	0,024	60
9	0,023	24	0,024	
10	0,023	25	0,023	
11	0,025	26	0,023	
12	0,023	27	0,024	
13	0,024	28	0,025	
14	0,023	29	0,025	
15	0,025	30	0,024	

Tabel 4. Data Pengukuran Arus Output Trafo Inti Besivmenggunakan beban baterai kering (*Lead Acid*)

Hasil pengukuran Arus Output Trafo inti Besi						
No	Arus (Miliampere)	Arus (Ampere)	No	Arus (Miliampere)	Arus (Ampere)	Waktu (menit)
1	271	0,271	16	272	0,272	
2	273	0,273	17	274	0,274	
3	274	0,274	18	271	0,271	
4	272	0,272	19	275	0,275	
5	272	0,272	20	274	0,274	
6	273	0,273	21	272	0,272	
7	271	0,271	22	274	0,274	
8	273	0,273	23	275	0,275	60
9	274	0,274	24	274	0,274	
10	273	0,273	25	273	0,273	
11	274	0,274	26	274	0,274	
12	272	0,272	27	275	0,275	
13	273	0,273	28	274	0,274	
14	275	0,275	29	275	0,275	
15	274	0,274	30	275	0,275	

3.2 Data Pengamatan Trafo Toroidal

1. Data Pengamatan Pengukuran Tegangan Trafo Toroidal menggunakan beban baterai kering (*Lead Acid*)



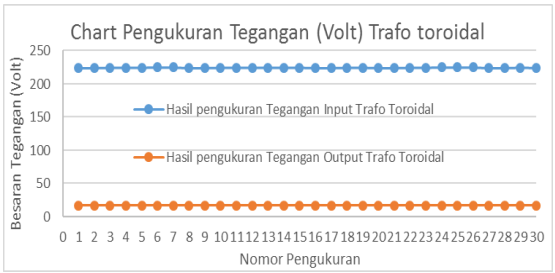
Gambar 14. Grafik Pengukuran Arus Trafo Inti Besi menggunakan beban baterai kering (*Lead Acid*)

Tabel 5. Data pengukuran Tegangan Input Trafo Toroidal menggunakan beban baterai kering (*Lead Acid*)

Hasil pengukuran Tegangan Input Trafo Toroidal				
No	Teganggan (Volt)	No	Teganggan (Volt)	Waktu (menit)
1	223,4	16	223,4	
2	223,4	17	223,4	
3	224,6	18	224,6	
4	224,6	19	224,6	
5	224,6	20	223,4	
6	224,9	21	223,4	
7	224,9	22	224,6	
8	223,4	23	224,6	60
9	223,4	24	224,9	
10	224,6	25	224,9	
11	224,6	26	224,9	
12	224,6	27	223,4	
13	224,6	28	223,4	
14	224,6	29	224,6	
15	224,6	30	223,4	

Tabel 6. Data Pengukuran Tegangan Output Trafo Toroidal menggunakan beban baterai kering (*Lead Acid*)

Hasil pengukuran Tegangan Output Trafo Toroidal				
No	Tegangan (Volt)	No	Tegangan (Volt)	Waktu (menit)
1	16,588	16	16,872	
2	16,588	17	16,872	
3	16,588	18	16,872	
4	16,588	19	16,872	
5	16,588	20	16,872	
6	16,588	21	16,971	
7	16,588	22	16,971	
8	16,588	23	16,971	60
9	16,588	24	16,971	
10	16,588	25	16,971	
11	16,588	26	16,971	
12	16,588	27	16,971	
13	16,872	28	16,971	
14	16,872	29	16,971	
15	16,872	30	16,971	



Gambar 15. Grafik Pengukuran Tegangan Trafo Toroidal menggunakan beban baterai kering (*Lead Acid*)

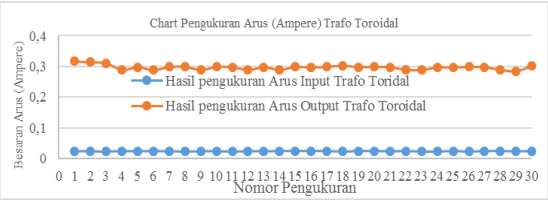
2. Data Pengamatan Pengukuran Arus Trafo Toroidal menggunakan beban baterai kering (*Lead Acid*)

Tabel 7. Data Pengukuran Arus Input Trafo Toroidal menggunakan beban baterai kering (*Lead Acid*)

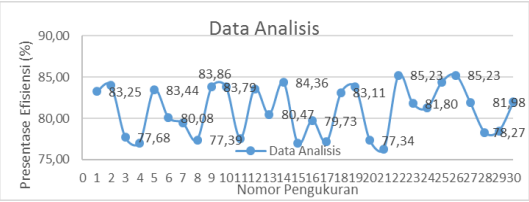
Hasil pengukuran Arus Input Trafo Toridal				
No	Arus (A)	No	Arus (A)	Waktu (menit)
1	0,024	16	0,025	
2	0,024	17	0,025	
3	0,023	18	0,023	
4	0,025	19	0,025	
5	0,024	20	0,025	
6	0,025	21	0,024	
7	0,024	22	0,025	
8	0,023	23	0,023	60
9	0,024	24	0,023	
10	0,024	25	0,025	
11	0,023	26	0,023	
12	0,024	27	0,025	
13	0,024	28	0,025	
14	0,025	29	0,024	
15	0,025	30	0,025	

Tabel 8. Data Pengukuran Arus Output Trafi Toroidal

Hasil pengukuran Arus Output Trafo Toroidal						
No	Arus (mA)	Arus (A)	No	Arus (mA)	Arus (A)	Waktu (menit)
1	317	0,317	16	297	0,297	
2	314	0,314	17	299	0,299	
3	311	0,311	18	303	0,303	
4	289	0,289	19	298	0,298	
5	298	0,298	20	299	0,299	
6	288	0,288	21	298	0,298	
7	299	0,299	22	289	0,289	
8	299	0,299	23	289	0,289	60
9	289	0,289	24	297	0,297	
10	299	0,299	25	297	0,297	
11	298	0,298	26	299	0,299	
12	289	0,289	27	298	0,298	
13	298	0,298	28	289	0,289	
14	289	0,289	29	285	0,285	
15	299	0,299	30	302	0,302	



Gambar 16. Grafik Pengukuran Arus input dan oputput Trafo Toroidal menggunakan beban baterai kering (*Lead Acid*)



Gambar 17. Grafik Presentase (%) Efisiensi Trafo Inti Besi

3.3 Perhitungan Efisiensi Trafo Inti Besi

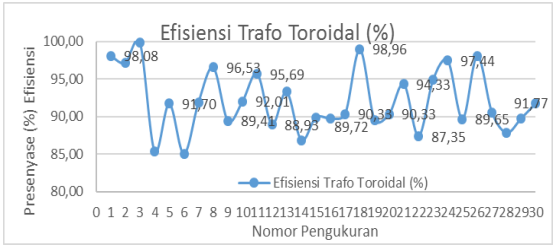
Tabel 9. Perhitungan Efisiensi Trafo Inti Besi

Efisiensi Trafo Inti Besi (%)							
Rumus Efisiensi							
η = (Vs x Is / Vp x Ip) x 100%							
Data Analisis							
NO	Vin (Volt)	Vout (Volt)	Iin (A)	Iout (A)	Pin	Pout	Efisiensi (%)
1	223,8	15,812	0,023	0,271	5,15	4,29	83,25
2	223,4	15,812	0,023	0,273	5,14	4,32	84,01
3	223,1	15,812	0,025	0,274	5,58	4,33	77,68
4	223,4	15,812	0,025	0,272	5,59	4,30	77,01
5	224,1	15,812	0,023	0,272	5,15	4,30	83,44
6	224,6	15,812	0,024	0,273	5,39	4,32	80,08
7	224,8	15,812	0,024	0,271	5,40	4,29	79,42
8	223,1	15,812	0,025	0,273	5,58	4,32	77,39
9	224,8	15,812	0,023	0,274	5,17	4,33	83,79
10	223,8	15,812	0,023	0,273	5,15	4,32	83,86
11	223,4	15,812	0,025	0,274	5,59	4,33	77,57
12	223,7	15,812	0,023	0,272	5,15	4,30	83,59
13	223,5	15,812	0,024	0,273	5,36	4,32	80,47
14	224,1	15,812	0,023	0,275	5,15	4,35	84,36
15	224,3	15,751	0,025	0,274	5,61	4,32	76,96
16	223,9	15,751	0,024	0,272	5,37	4,28	79,73
17	223,8	15,751	0,025	0,274	5,60	4,32	77,14
18	223,3	15,751	0,023	0,271	5,14	4,27	83,11
19	224,7	15,751	0,023	0,275	5,17	4,33	83,81
20	223,2	15,751	0,025	0,274	5,58	4,32	77,34
21	224,6	15,751	0,025	0,272	5,62	4,28	76,30
22	223,1	15,962	0,023	0,274	5,13	4,37	85,23
23	223,6	15,962	0,024	0,275	5,37	4,39	81,80
24	224,3	15,962	0,024	0,274	5,38	4,37	81,25
25	224,6	15,962	0,023	0,273	5,17	4,36	84,36
26	223,1	15,962	0,023	0,274	5,13	4,37	85,23
27	223,4	15,962	0,024	0,275	5,36	4,39	81,87
28	223,5	15,962	0,025	0,274	5,59	4,37	78,27
29	223,7	15,962	0,025	0,275	5,59	4,39	78,49
30	223,1	15,962	0,024	0,275	5,35	4,39	81,98
Rata - Rata							**80,96**

3.4 Perhitungan Efisiendi Trafo Toroidal

Tabel 10. Perhitungan Efisiensi Trafo Toroidal

Efisiensi Trafo Toroidal (%)							
Rumus Efisiensi							
η = (Vs x Is / Vp x Ip) x 100%							
Data Analisis							
NO	Vin (Volt)	Vout (Volt)	Iin (A)	Iout (A)	Pin	Pout	Efisiensi (%)
1	223,4	16,588	0,02	0,317	5,36	5,26	98,08
2	223,4	16,588	0,02	0,314	5,36	5,21	97,15
3	224,6	16,588	0,02	0,311	5,17	5,16	99,87
4	224,6	16,588	0,03	0,289	5,62	4,79	85,38
5	224,6	16,588	0,02	0,298	5,39	4,94	91,70
6	224,9	16,588	0,03	0,288	5,62	4,78	84,97
7	224,9	16,588	0,02	0,299	5,40	4,96	91,89
8	223,4	16,588	0,02	0,299	5,14	4,96	96,53
9	223,4	16,588	0,02	0,289	5,36	4,79	89,41
10	224,6	16,588	0,02	0,299	5,39	4,96	92,01
11	224,6	16,588	0,02	0,298	5,17	4,94	95,69
12	224,6	16,588	0,02	0,289	5,39	4,79	88,93
13	224,6	16,872	0,02	0,298	5,39	5,03	93,27
14	224,6	16,872	0,03	0,289	5,62	4,88	86,84
15	224,6	16,872	0,03	0,299	5,62	5,04	89,84
16	223,4	16,872	0,03	0,297	5,59	5,01	89,72
17	223,4	16,872	0,03	0,299	5,59	5,04	90,33
18	224,6	16,872	0,02	0,303	5,17	5,11	98,96
19	224,6	16,872	0,03	0,298	5,62	5,03	89,54
20	223,4	16,872	0,03	0,299	5,59	5,04	90,33
21	223,4	16,971	0,02	0,298	5,36	5,06	94,33
22	224,6	16,971	0,03	0,289	5,62	4,90	87,35
23	224,6	16,971	0,02	0,289	5,17	4,90	94,94
24	224,9	16,971	0,02	0,297	5,17	5,04	97,44
25	224,9	16,971	0,03	0,297	5,62	5,04	89,65
26	224,9	16,971	0,02	0,299	5,17	5,07	98,10
27	223,4	16,971	0,03	0,298	5,59	5,06	90,55
28	223,4	16,971	0,03	0,289	5,59	4,90	87,82
29	224,6	16,971	0,02	0,285	5,39	4,84	89,73
30	223,4	16,971	0,03	0,302	5,59	5,13	91,77
Rata - Rata							**92,07**

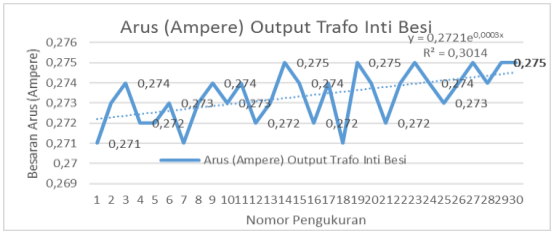


Gambar 18. Grafik Presentase (%) Efisiensi Trafo Toroidal

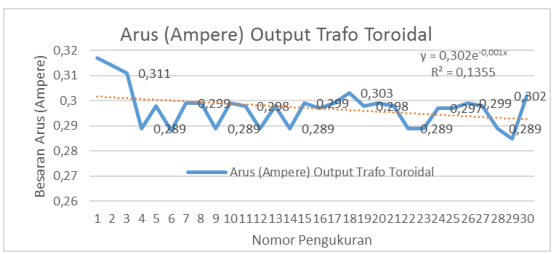
3.5 Data Pengukuran Arus (Ampere) pada Trafo Inti Besi dan Trafo Toroidal menggunakan beban baterai kering (*Lead Acid*)

Tabel 11. Pengukuran Arus (Ampere) Pada Trafo Inti Besi dan Trafo Toroidal menggunakan beban baterai kering (*Lead Acid*)

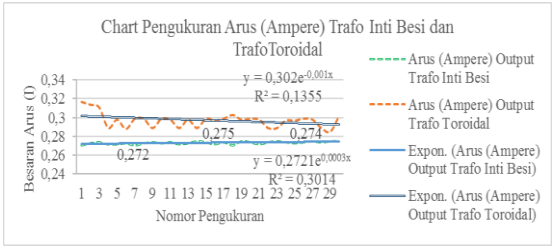
Data Analisis					
	Trafo Inti Besi	Trafo Toroidal		Trafo Inti Besi	Trafo Toroidal
No	Arus (Ampere) Output Trafo Inti Besi	Arus (Ampere) Output Trafo Toroidal	No	Arus (Ampere) Output Trafo Inti Besi	Arus (Ampere) Output Trafo Toroidal
1	0,271	0,317	16	0,272	0,297
2	0,273	0,314	17	0,274	0,299
3	0,274	0,311	18	0,271	0,303
4	0,272	0,289	19	0,275	0,298
5	0,272	0,298	20	0,274	0,299
6	0,273	0,288	21	0,272	0,298
7	0,271	0,299	22	0,274	0,289
8	0,273	0,299	23	0,275	0,289
9	0,274	0,289	24	0,274	0,297
10	0,273	0,299	25	0,273	0,297
11	0,274	0,298	26	0,274	0,299
12	0,272	0,289	27	0,275	0,298
13	0,273	0,298	28	0,274	0,289
14	0,275	0,289	29	0,275	0,285
15	0,274	0,299	30	0,275	0,302
Rata - Rata Arus (I) Output Trafo			Rata - Rata Arus (I) Output Trafo		
0,273			0,297		



Gambar 19. Grafik Pengukuran Arus (Ampere) Pada Trafo Inti Besi menggunakan beban baterai kering (*Lead Acid*)



Gambar 20. Grafik Pengukuran Arus (Ampere) Pada Trafo Toroidal menggunakan beban baterai kering (*Lead Acid*)



Gambar 21. Gabungan Grafik Pengukuran Arus (Ampere) Pada Trafo Inti Besi dan Trafo Toroidal menggunakan beban baterai kering (*Lead Acid*)

Pembacaan pada gabungan grafik prngukuran arus pada trafo inti besi dan trafo toroidal di atas memperlihatkan bahwa *trandline* arus pada trrafo toroidal cenderung menurun selama pengukuran berlangsung sekitar 60 menit sedangkan pada trafo inti besi memperlihatkan *trandline* kecenderungan yang meningkat selama pengukuran berlangsung sekitar 60 menit .

Berdasarkan *trandline* tersebut hasil pembacaan rata–rata *trenline* pada pengukuran Arus keluaran (output) pada masing - masing Trafo didapatkan hasil pengukuran pada trafo toroidal sebesar 0,298 A dan pada trafo inti besi sebesar 0,273 A. Dari data tersebut dapat disumpulkan bahwa trafo toroidal lebih baik dan efisien dibandingkan dengan trafo inti besi .

Kesimpulan tersebut diperkuat dengan hasil perhitungan efisiensi yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan sehingga mendapatkan hasil rata – rata presentase efisiensi pada msing – msaing trafo. Hasil rata – rata efisiensi pada trafo toroidal sebesar 92,34 %, dan pada trafo inti besi didapatkan presentase efisiensi sebesar 80,96 %. Maka dapat ditarik kesimpulan trafo toroidal lebih efiseisn dati pada trafo inti besi di lihat dari hasil presentase efisiensi tersebut.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil Penelitian yang dilakukan pada Analisis Efisiensi Trafo Toroidal dan Trafo Inti Besi pada proses pengisian Baterai didapatkan Kesimpulan Sebagai Berikut :

1. Berdasarkan hasil Penelitian, diperoleh Rata – Rata data bahwa efisiensi trafo toroidal sebesar 92,34 % dan Efisiensi Trafo Inti Besi sebesar 80,96 %, Sehingga dapat disimpulkan bahwa trafo Toroidal lebih efisien dibandingkan dengan Trafo Inti Besi Pada Proses Pengisian Baterai.

Hal tersebut diperkuat dengan hasil pembacaan rata – rata trendline pada pengukuran Arus keluaran (output) pada masing - masing Trafo. Hasil pengukuran pada trafo toroidal sebesar 0,298 Ampere dan pada trafo inti besi sebesar 0,273 Ampere. Dari data tersebut dapat di tarik kesimpulan bahwa trafo toridal lebih baik dari trafo inti besi pada pemebanan baterai yang dikalukan spengukuran selama 60 menit.

2. Adapun hal –hal yang dapat mempengaruhi efisiensi pada trafo adaah hambatan pada kumparan kawat. Hambatan ini mengubah sebagian aliran listrik menjadi energi kalor. Semakin kecil hambatannya, semakin efisien suatu transformator. Kedua kekuatan arus pusar. Terakhir adalah tingkat kebocoran medan magnet.
3. Manfaat didapatkanya hasil efisiensi pada masing – masing trafo adalah kita dapat menentukan kegunaan trafo agar menggunaknya sesuai dengan kemampuan dan karakteristik trafo supaya lebih efektif dan efisien dalam memilih jenis trafo yang akan digunakan.
4. Cara pengukuran Efisiensi trafo dilakukan Analisis dan pengambilan data Arus dan Tegangan pada Input dan Output Trafo, pada penelitian ini pengambilan data dilakukan selama 60 menit. Kemudian menghitung Presentase Efisiensi trafo yang didapat dan membuat *Trendline* Pengukuran Arus keluaran untuk melihat Trafo terbaik yang lebih Efisen.

Daftar Pustaka

Budiman, Wildan, Hariyanto. 2014." *Perancangan dan Realisasi system pengisian baterai 12 Volt 45 Ah pada pembangkit listrik tenaga pikohidro di UPI bandung*". Bandung

Dify Nuary Nughoro "Analisis Pengisian Baterai Pada Rancang Bangun Turbin Angin Poros Vertical Tipe Savonius Untuk Pencatuan Beban Listrik" Skripsi, Universitas Indonesia. 2011

Djatmiko.W.Istanto.2010. Bahan Ajar Elektronika Daya.Yogyakarta

Pranata, Joni, 2019. "*Analisis Efisiensi Travo Toroid 5A untuk sistem pengisi Baterai pada diameter kawat email yang berbeda*". Universitas Jember. Jember

Setyawan, Dimas. 2017. "*Rancang Bangun Sistem Pengisian Baterai Secara Cepat dan Pemutus Arus otomatis dengan Legulator LM388K*". Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta

Sagita Rochman dan Budi Prijo Sembodo "Rancang Bangun Alat Kontrol Pengisian Aki Untuk Mobil Listrik Menggunakan Sel Surya Dengan Metode Squensial" Jurnal Teknik Waktu, Juli 2014

UMSIDA ISSN 2460 – 9350. April 2018 "*Journal of Electrical and Electronic Engineering Vol 2.No.1*

Zainal Abidin. 2014. Penyedia daya cadangan menggunakan *inverter*.skripsi. Teknik Elektro Politeknik Negeri Banjarmasin.