

RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI PENUAAN (AGING) DAN KUALITAS MINYAK TRANSFORMATOR DI PT.WISMATATA ELTRA PERKASA

M Dede Firdaus

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : m.firdaus@mhs.unesa.ac.id

Joko

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : joko@unesa.ac.id

Abstrak

Sebuah sistem monitoring pengaplikasian arduino berupa pendeteksi minyak transformator menggunakan sensor *turbidity* berhasil dirancang. Tingkat kekeruhan minyak transformator diukur dengan memanfaatkan perubahan tegangan sensor akibat perubahan kekeruhan. Pengujian pada prototipe ini meliputi pengujian untuk mengetahui tingkat keusangan dan kelayakan dari minyak transformator. Sehingga diketahui waktu untuk melakukan pergantian minyak transformator atau perawatan pada minyak transformator yang sudah digunakan. Prototipe yang dikembangkan dapat mendeteksi masing-masing perbedaan minyak transformator, hal tersebut dapat diketahui melalui indikator led yang mempunyai perbedaan warna. Terdapat tiga warna, yaitu hijau mengindikasikan bahwa minyak masih baik, untuk warna kuning minyak masih layak digunakan, dan untuk merah minyak pada saat itu harus diganti atau tidak layak digunakan.

Kata Kunci : *Sistem Monitoring, Tingkat Kekeruhan Minyak Transformator, Turbidity Sensor*

Abstract

An Arduino application monitoring system in the form of a transformer oil detector using a turbidity sensor was successfully designed. The turbidity level of transformer oil is measured by utilizing sensor voltage changes due to changes in turbidity. Tests on this prototype include testing to determine the level of obsolescence and feasibility of transformer oil. So that it is known the time to make a change in transformer oil or maintenance on transformer oil that has been used. The prototype developed can detect each difference in transformer oil, it can be seen through the LED indicator which has a color difference. There are three colors, namely green indicates that the oil is still good, for the yellow color the oil is still suitable for use, and for red oil at that time it must be replaced or not suitable for use.

Keyword : *Monitoring System, Oil Transformer Turbidity Level, Turbidity Sensor*

PENDAHULUAN

Di dalam suatu sistem tenaga listrik, aliran daya dari suatu pembangkit tenaga listrik menuju suatu saluran transmisi tegangan tinggi dan pada akhirnya didistribusikan menuju para konsumen, suatu peralatan yang memegang peranan yang sangat penting dalam kelancaran sistem tersebut adalah Transformator.

Transformator berfungsi untuk meningkatkan tegangan yang dihasilkan oleh pembangkit dan mengalirkannya melalui saluran transmisi dan nantinya tegangan ini akan diturunkan untuk selanjutnya didistribusikan ke pelanggan yang ada. Sebagai transformasi antara pembangkit dan saluran transmisi digunakan transformator pembangkit, dan penghubung antara saluran transmisi dengan konsumen, digunakan transformator distribusi. Sistem transmisi dan distribusi tersebut sangat bergantung pada kemampuan dan efektifitas dari transformator. Kemampuan yang tidak

optimal dari suatu transformator, akan menyebabkan aliran daya yang dikirimkan menuju beban juga akan semakin berkurang dan pada akhirnya tidak sesuai dengan permintaan beban (Jonathan Fritz S, 2011).

Transformator merupakan suatu perangkat yang sangat vital pada suatu rangkaian/jaringan listrik. Transformator berfungsi sebagai transfer energi serta mengubah nilai besaran listrik dari suatu rangkaian ke rangkaian lainnya secara elektromagnetis, dengan nilai energi yang tetap. Salah satu bagian dari transformator yang memiliki peran yang sangat penting yaitu minyak transformator. Minyak transformator merupakan media isolasi dan pendingin pada transformator. Agar fungsi tersebut dapat bekerja maksimal maka kualitas dari minyak transformator tersebut harus dijaga sebaik mungkin.

Tegangan tembus merupakan suatu indikator penting dalam menentukan baik buruknya kualitas isolasi dari suatu isolator, termasuk dalam isolasi cair (minyak

transformator). Tegangan tembus dari isolasi cair berbeda-beda untuk setiap jenis minyak yang berbeda pula. Terdapat beberapa hal yang berpengaruh terhadap penurunan nilai tegangan tembus dan kualitas isolasi dari isolator cair ini, dan beberapa diantaranya merupakan kenaikan temperatur dan umur minyak transformator tersebut. Kenaikan temperatur minyak terjadi akibat transformator tersebut dipakai dalam kondisi beban yang tinggi secara terus menerus.

Umur minyak transformator sendiri dihitung berdasarkan lamanya minyak tersebut dipakai di dalam transformator tersebut. Pengujian pengaruh umur minyak terhadap tegangan tembus perlu dilakukan untuk mengetahui degradasi dari tegangan tembus minyak transformator tersebut sebagai salah satu indikator baik buruknya isolasi cair suatu transformator daya.

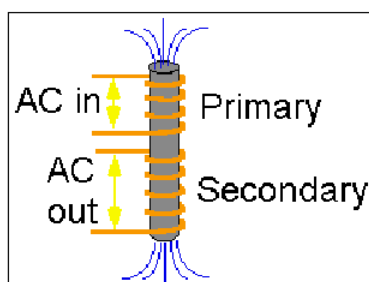
KAJIAN PUSTAKA

Transformator

Transformator adalah suatu alat listrik statis yang dipergunakan untuk mengubah tegangan bolak-balik menjadi lebih tinggi atau lebih rendah dan digunakan untuk memindahkan energi dari suatu rangkaian listrik ke rangkaian lainnya tanpa merubah frekuensi. Transformator disebut peralatan statis karena tidak ada bagian yang bergerak atau berputar, tidak seperti motor atau generator (Susi dkk, 2013).

Dalam bentuknya yang sederhana, transformator terdiri atas dua kumparan dan satu induktansi mutual. Dua kumparan tersebut terdiri dari kumparan primer dan kumparan sekunder. Kumparan primer adalah kumparan yang menerima daya dan dinyatakan sebagai terminal masukan dan kumparan sekunder adalah kumparan yang melepas daya dan dinyatakan sebagai terminal keluaran. Kedua kumparan dibelit pada suatu inti yang terdiri atas material magnetik berlaminasi.

Secara sederhana transformator dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu lilitan primer, lilitan sekunder dan inti besi. Lilitan primer merupakan bagian transformator yang terhubung dengan sumber energi (catu daya). Lilitan sekunder merupakan bagian transformator yang terhubung dengan rangkaian beban. Sedangkan inti besi merupakan bagian transformator yang bertujuan untuk mengarahkan keseluruhan fluks magnet yang dihasilkan oleh lilitan primer agar masuk ke lilitan sekunder. Seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Arus Bolak Balik Mengelilingi Inti Besi

(Sumber :Susi dkk, 2013)

Arus yang mengalir pada belitan primer akan menginduksi inti besi transformator sehingga didalam inti besi akan mengalir flux magnet dan flux magnet ini akan menginduksi belitan sekunder sehingga pada ujung belitan sekunder akan terdapat beda potensial.

Minyak Transformator

Minyak trafo merupakan bahan isolasi cair, minyak ini secara luas digunakan sebagai bahan dielektrik pada berbagai peralatan tenaga seperti transformator, *circuit breaker*, *switchgear*, kabel daya, dan sebagainya, sebagai bahan dielektrik (Dedi Nugroho, 2010).

Minyak trafo dapat berfungsi ganda. Fungsi utama adalah sebagai media isolasi diantara bagian-bagian yang mengandung beda potensial agar tidak terjadi lompatan listrik (*flash-over*) atau percikan api (*spark-over*), dan fungsi lainnya sebagai media pendingin pada transformator, kabel daya, atau sebagai media pemadam busur api pada *circuit breaker*.

Definisi dan Fungsi Minyak Transformator

Minyak transformator adalah cairan yang dihasilkan dari proses pemurnian minyak mentah. Selain itu minyak ini juga berasal dari bahan-bahan organik, misalnya minyak *piranol* dan *silicon*. Minyak transformator merupakan salah satu bahan isolasi cair yang digunakan 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 (Badaruddin dan Fery Agung, 2016).

Jenis Minyak Transformator yang Digunakan

Minyak transformator mineral adalah minyak yang berbahan dasar dari pengolahan minyak bumi yaitu antara fraksi minyak diesel dan turbin yang mempunyai struktur kimia yang sangat kompleks. Minyak isolasi hasil distilasi ini masih harus dimodifikasi agar tahanan isolasinya tinggi, stabilitas panasnya baik, serta memenuhi syarat-syarat teknis lainnya. Selain pada transformator daya minyak isolasi bahan mineral ini banyak digunakan pada pemutus tenaga (*circuit breaker*), dan kapasitor, dimana selain berfungsi sebagai bahan dielektrik dan sebagai pendingin (Badaruddin dan Fery Agung, 2016).

Minyak isolasi sintesis mempunyai sifat lebih menguntungkan antara lain tidak mudah terbakar dan tidak mudah teroksidasi. Namun beracun dan dapat melukai kulit. Penggunaan minyak isolasi mineral masih mengalami keterbatasan, karena sifatnya yang mudah beroksidasi dengan udara, mengalami pemburukan yang cepat dan sifat kimia dapat berubah akibat kenaikan temperatur yang terjadi akibat pemadaman busur api atau saat peralatan beroperasi. Minyak isolasi sintesis adalah minyak isolasi yang diolah dengan proses kimia yang tepat untuk mendapatkan karakteristik yang bila dibandingkan dengan minyak isolasi bahan mineral (Badaruddin dan Fery Agung, 2016).

Tegangan Tembus Minyak Isolasi Transformator

Tegangan tembus adalah besarnya tegangan ketika tembus listrik diantara elektroda yang terpisah 2,5 mm pada laju standar. Tegangan tembus normal yang diperlukan peralatan adalah 30-50 kV. Tegangan tembus ini sangat tergantung pada kandungan kontaminan dalam minyak, terutama air. Sedikit kenaikan kadar air di dalam minyak akan menyebabkan pengurangan yang tajam pada nilai tegangan tembus. Pengujian tegangan tembus dilakukan untuk mengetahui kemampuan minyak isolasi dalam menahan stress tegangan. Minyak yang jernih dan kering akan menunjukkan nilai tegangan tembus yang tinggi. Air bebas dan partikel solid, apalagi gabungan antara keduanya dapat menurunkan tegangan tembus secara drastis.

Penyebab Kekeruhan Minyak Transformator

Kekeruhan minyak transformator dapat terjadi karena adanya kontaminan seperti kadar air, kotoran, debu dan partikel-partikel konduktif dalam minyak. Rendahnya nilai tegangan tembus dapat mengindikasikan keberadaan salah satu kontaminan tersebut, namun tingginya tegangan tembus belum tentu juga mengindikasikan bebasnya minyak dari semua jenis kontaminan.

Arduino Uno

Arduino Uno merupakan *single-board microkontroler* yang dibuat untuk keperluan proyek elektronika multi disiplin agar lebih mudah untuk diwujudkan. Desain dari *hardware* Arduino terdiri dari 8-bit Atmel AVR *microkontroller*, atau 32-bit Atmel ARM dimana desain tersebut bersifat terbuka (*open-source hardware*). Arduino uno *software* terdiri dari *compiler* bahasa pemrograman standar dan sebuah *boot loader* yang dieksekusi dalam *microkontroller*.

Board arduino uno merupakan sebuah minimum sistem yang terdiri dari *microcontroller* Atmel 8-bit AVR dan beberapa komponen pendukung untuk memfasilitasi pemrograman dan berhubungan dengan rangkaian lain. Hal terpenting dari sebuah *board* Arduino adalah susunan *pin* yang tersusun sesuai standar, yang memungkinkan sebuah *board* Arduino dapat digabungkan dengan beberapa papan rangkaian lain yang menggunakan standar *pin* Arduino yang kemudian modul tersebut dikenal sebagai *shields*. Secara *official* sebuah sistem Arduino menggunakan seri Atmel Atmega AVR, yang secara khusus adalah ATmega8, ATmega168, ATmega328, ATmega1280, ATmega2560 dan *chip* tersebut dikelompokkan menjadi dua *frekuensi* kerja yaitu 8MHz pada tegangan kerja 3.3 Volt DC dan 16MHz pada tegangan kerja 5 Volt DC.

Pada dasarnya dengan adanya *bootloader* Arduino memungkinkan sebuah *microcontroller* diprogram melalui koneksi *Universal Serial Bus* (USB) dengan sebuah IC (*Integrated Circuit*) interface USB. Pada seri

board Diecilima, Deumilanove, dan Uno terdapat 14 *digital pin I/O (input-output)*, dimana 6 diantaranya dapat digunakan untuk menghasilkan pulsa termodulasi (PWM) dan 6 buah *analoginput*. *Pin* tersebut terdapat dibagian atas *board* melalui *header female* konektor dengan jarak *pin* standar 0.10-Inch (2.5mm). Sebagian *library* telah tersedia baik secara *open source* maupun komersial untuk mendukung penggunaan *shields* dalam pemrograman Arduino. *Memory* Arduino ATmega328 ini memiliki 32 kb dengan 0,5 kb digunakan loading file. Atmega328 juga memiliki 2 kb dari SRAM dan 1 kb dari EEPROM, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Board Arduino Uno R3
(Sumber : datasheet,2017)

Light Emitting Diode (LED)

LED adalah semikonduktor yang dapat mengubah energi listrik lebih banyak menjadi cahaya, merupakan perangkat keras dan padat (*solid-state component*) sehingga lebih unggul dalam ketahanan (*durability*). Selama ini LED banyak digunakan pada perangkat elektronik karena ukuran yang kecil, cara pemasangan praktis, serta konsumsi listrik yang rendah. Salah satu kelebihan LED adalah usia relatif panjang, yaitu lebih dari 30.000 jam. Kelemahannya pada harga per lumen (satuan cahaya) lebih mahal dibandingkan dengan lampu jenis pijar, TL dan SL, mudah rusak jika dioperasikan pada suhu lingkungan yang terlalu tinggi, misal di industri., ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Light Emitting Diode (LED)
(Sumber : Data Primer, 2019)

Resistor

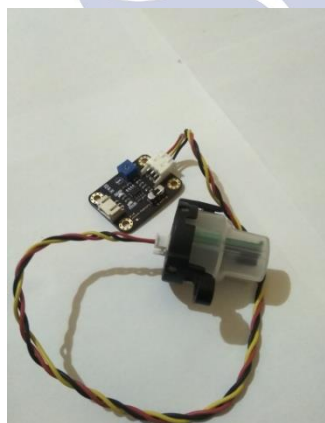
Resistor merupakan salah satu komponen pasif yang memiliki fungsi untuk mengatur arus listrik. *Resistor*

diberi lambang huruf R dengan satuannya yaitu *Ohm* (Ω). Resistor digunakan sebagai bagian dari jejaring elektronik dan sirkuit elektronik, dan merupakan salah satu komponen yang paling sering digunakan. Karakteristik utama dari resistor adalah resistansinya dan daya listrik yang dapat diantarkan.

Karakteristik lain termasuk koefisien suhu, desah listrik, dan induktansi. Resistor dapat diintegrasikan kedalam sirkuit hibrida dan papan sirkuit cetak, bahkan sirkuit terpadu. Ukuran dan letak kaki bergantung pada desain sirkuit, kebutuhan daya resistor harus cukup dan disesuaikan dengan kebutuhan arus rangkaian agar tidak terbakar. (Frans Romario dan Stevano Augusta, 2012).

Sensor Turbidity

Sensor *turbidity* mendeteksi kualitas minyak dengan mengukur tingkat kekeruhan. Menggunakan cahaya untuk mendeteksi partikel tersuspensi dalam air dengan mengukur transmitansi cahaya dan laju hamburan, yang berubah dengan jumlah total suspended solids (TSS) dalam air. Ketika tingkat kekeruhan cairan meningkat. Sensor *turbidity* digunakan untuk mengukur kualitas air di sungai, air limbah dan pengukuran limbah, instrumentasi kontrol untuk kolam pengendapan, penelitian transportasi sedimen dan pengukuran laboratorium. Sensor cairan ini menyediakan mode keluaran sinyal analog dan digital. Ambang batas disesuaikan ketika dalam mode sinyal digital. seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. *Turbidity Sensor*
(Sumber: Christy, 2017)

Spesifikasi Sensor *Turbidity* DFRobot

- Tegangan operasi: 5V DC
- Operasi Lancar: 40mA (Maks)
- Waktu respon: <500ms
- Perlawanan Isolasi: 100M (Min)
- Keluaran analog: 0-4.5V
- Keluaran digital: Tinggi / Rendah sinyal tingkat (Anda dapat mengatur nilai ambang dengan menyesuaikan potensiometer).
- Suhu Operasional: 5 °C ~ 90 °C
- Suhu penyimpanan: -10 °C ~ 90 °C

- Berat: 30g
- Adapter Dimensi: 38mm * 28mm * 10mm / 1.5inci* 1.1inci * 0.4inci.
(Sumber :Christy, 2017)

Pendekatan Penelitian

Perancangan dan pembangunan dimulai dengan studi literatur, yaitu mempelajari jurnal-jurnal nasional maupun internasional yang memiliki studi kasus yang sejenis, maupun melalui internet dan buku-buku yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam melakukan penelitian

Tahap persiapan merupakan proses mencari sumber-sumber informasi data yang sekiranya dapat bermanfaat untuk proses perancangan selanjutnya. Informasi yang didapat merupakan data minyak transformator dari transformator PT. Wismatata Eltra Perkasa yang dijadikan sebagai acuan dalam melakukan perancangan. Sampel minyak yang dijadikan bahan uji juga diminta dari PT. Wismatata Eltra Perkasa sesuai dengan kebutuhan pengujian.

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Wismatata Eltra Perkasa yang berada di Desa Popoh, Kecamatan Wonoayu, Kabupaten Sidoarjo. Pemilihan tempat penelitian ini dikarenakan seluruh data yang dibutuhkan untuk penelitian dimiliki oleh PT. Wismatata Eltra Perkasa. Pra penelitian dimulai dari tanggal 01 Maret 2017, dan penelitian dilakukan pada bulan April hingga Mei 2017.

Teknik Analisis Data

Analisis data untuk pemecahan masalah pengaruh penuaan (*aging*) minyak transformator, dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian dengan standar yang ada.

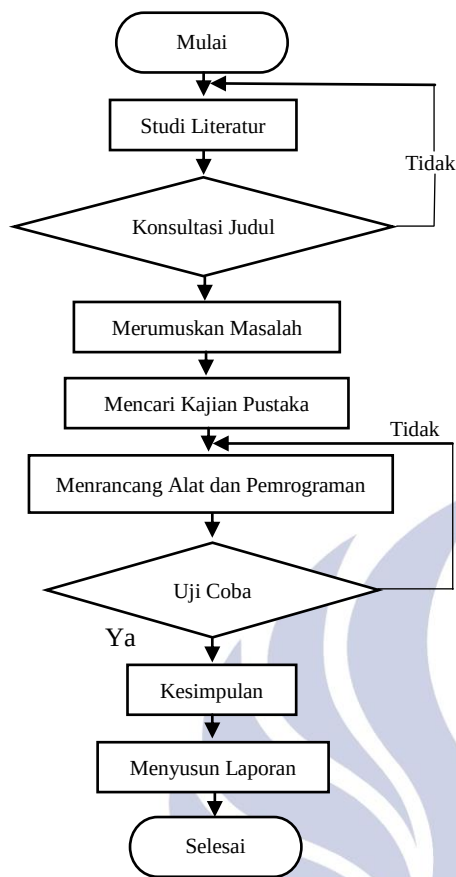
Langkah Penelitian

Rancangan penelitian ini melalui beberapa tahapan sebagai Memulai berikut :

- pelaksanaan penelitian
- Melakukan survei (*survey*) dan mencari data pada tempat penelitian
- Menentukan *decision of variables*
- Membuat *objective function*
- Merancang dan membangun alat
- Membuat grafik hasil uji coba
- Menarik kesimpulan
- Selesai pelaksanaan penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian digambarkan dalam diagram alir seperti ditunjukkan pada gambar 5.

RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI PENUAAN (AGING) DAN KUALITAS MINYAK TRANSFORMATOR DI PT.WISMATATA ELTRA PERKASA



Gambar 5. Diagram Alir (flowchart) Penelitian
(Sumber: Data Primer, 2019)

Hasil Penelitian

Dari hasil perancangan perangkat keras dan pemrograman maka dapat dilakukan perancangan prototipe untuk dapat dilakukan pengaplikasian arduino berupa pendeteksi minyak transformator menggunakan sensor *turbidity*, dengan hasil yang dapat diketahui melalui nyala led yang berbeda-beda.

Pengujian pada prototipe sendiri meliputi pengujian untuk mengetahui kelayakan dari minyak transformator. Sehingga dapat terdeteksi apabila minyak transformator sudah tidak layak pakai dan harus diganti.

Sebelum melakukan pengujian menentukan standart yang telah ada dan sesuai. Standart – standart yang diprogram di dalam arduino, setelah memprogram maka diperlukan pengujian terhadap alat untuk mengetahui tingkat keandalan minyak yang akan diuji apakah sesuai standart yang ada atau tidak.

Pengujian Prototipe

Pengujian dilakukan untuk mengetahui bagaimana kinerja dan keandalan prototipe pendeteksi minyak transformator menggunakan sensor *turbidity*. Adapun minyak yang diuji berupa minyak transformator dengan

kondisi baik, sedang dan buruk. Pengujian dilakukan dengan memasukkan sensor *turbidity* yang terhubung pada rangkaian arduino kedalam masing-masing sampel minyak transformator. Sehingga akan didapat hasil pengujian yang dapat dilihat pada Tabel1.

Tabel1. Hasil Pengujian Prototipe Pada Minyak Transformator.

Minyak	LED (Hijau)	LED (Kuning)	LED (Merah)	Kekeruhan (NTU)
1	Menyala	Tidak Menyala	Tidak Menyala	850-1100
2	Tidak Menyala	Menyala	Tidak Menyala	800-815
3	Tidak Menyala	Tidak Menyala	Menyala	0-765

(Sumber : Data primer, 2019)

Tabel 1 menunjukkan bahwa prototipe yang dibuat dapat mendeteksi masing-masing perbedaan minyak transformator. Hal tersebut dapat diketahui melalui indikator led yang mempunyai perbedaan warna.

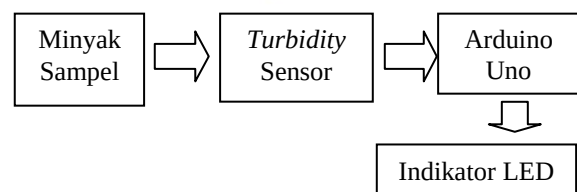
Untuk indikator led berwarna hijau menunjukkan bahwa minyak transformator tersebut sangat layak pakai, atau masih baru. Untuk indikator led berwarna kuning menunjukkan minyak transformator masih layak pakai. Pada indikator led berwarna merah, menunjukkan kalau minyak transformator sangat tidak layak untuk dipakai, dan minyak transformator harus diganti, atau melakukan pergantian minyak transformator yang baru.

Rancang Bangun

Serangkaian prosedur untuk menerjemahkan hasil analisis dari sebuah sistem menjadi sebuah alat untuk mendeskripsikan dengan detail bagaimana komponen-komponen sistem diimplementasikan

a) Diagram Blok Sistem

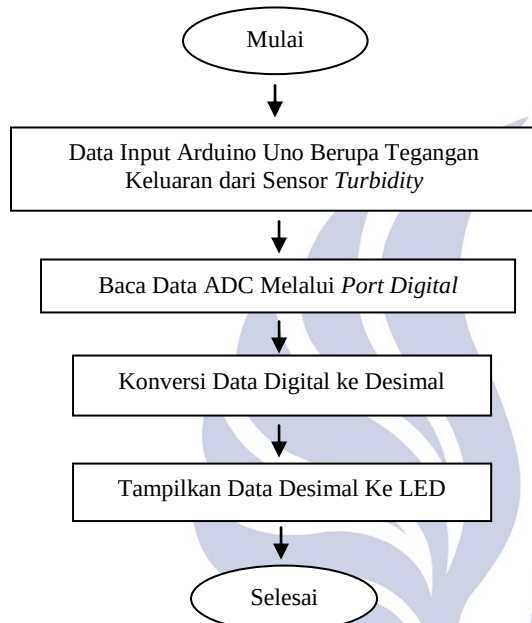
Pengukuran kelayakan minyak menggunakan bahan uji dengan tingkat kekeruhan berbeda. Diagram blok sistem pengukuran kelayakan minyak dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Blok Pengukuran Kelayakan Minyak
(Sumber : Data Primer, 2019)

b) Rancangan Perangkat Lunak

Untuk bisa mengetahui dan mendapatkan hasil yang diinginkan maka diperlukan perangkat lunak yang sesuai. Sistem instrumentasi yang membutuhkan program perlu adanya urutan instruksi agar program dapat berjalan dengan baik. Program yang digunakan pada pengujian ini adalah IDE Arduino. Perancangan perangkat lunak sistem dibuat dalam bentuk diagram alir seperti pada Gambar 7.



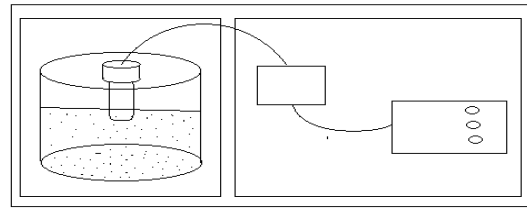
Gambar 7. Alur Alat Pengukur Kelayakan Minyak
(Sumber: Data Primer, 2019)

Data input yang dihubungkan dengan arduino uno yaitu tegangan yang dihasilkan oleh sensor *turbidity*. Nilai ADC dibaca oleh arduino uno melalui port digital. Arduino uno mengkonversi data digital ke decimal sesuai dengan program yang telah diupload kedalam arduino uno. Hasil konversi yang data yang dihasilkan dapat ditampilkan melalui indikator LED.

c) Penggunaan Sistem Sensor *Turbidity*

Dalam penggunaan pengukur kondisi minyak. Untuk dapat mendeteksi keandalan maka sensor *turbidity* diletakkan pada minyak setelah itu maka sensor akan mendeteksi tingkat keandalannya berdasarkan led, apabila led berwarna merah maka kualitas minyak sangat buruk sehingga harus dilakukan penggantian, bila berwarna kuning maka harus dilakukan pembersihan atau distilasi minyak untuk meningkatkan kembali kualitas minyak, dan bila berwarna hijau minyak dalam kondisi bagus,

sistem sensor *turbidity* ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Sistem Sensor *Turbidity*
(Sumber : Data Primer, 2019)

Pengujian Kinerja Alat

Setelah melakukan pengujian kinerja dan keandalan pada prototipe maka dapat dilakukan pengujian terhadap beberapa pengujian sampel minyak, pengujian kelayakan minyak transformator meliputi kelayakan minyak tranformator yang ditunjukkan led yang ada pada alat.

Pengujian kali ini menggunakan minyak transformator Shell Diala S2 ZU-I, minyak isolasi listrik tanpa hambatan yang diproduksi dari minyak mineral yang sangat halus. mempunyai sifat dielektrik yang baik, stabilitas oksidasi yang baik dan menyediakan transfer panas yang efisien bahkan pada suhu rendah. Shell Diala S2 ZU-I memenuhi uji korosi tembaga industri yang baru dan yang sudah mapan. Shell Diala S2 ZU-I tidak korosif terhadap tembaga, tanpa perlu pasif. Minyak ini memenuhi semua tes yang relevan pada korosi tembaga, yaitu DIN 51353 (*Silver Strip Test*) dan ASTM D1275, dan juga tes terbaru yang lebih berat: IEC 62535 dan ASTM D1275B.

Pengujian pertama dilakukan pada sampel minyak transformator baru yang di tunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Minyak Transformator Baru
(Sumber : Data primer, 2019)

Sampel minyak yang telah ada diletakkan di gelas ukur untuk dilakukan pengukuran dengan cara memasukkan sensor *turbidity* ke dalam minyak transformator. sehingga dapat diketahui kelayakan minyak transformator melalui indikator led berwarna hijau, untuk indikator led berwarna hijau sendiri berarti pada sampel minyak transformator baru sangat layak digunakan, ditunjukkan pada Gambar 11, dan mempunyai satuan nilai kekeruhan *Nephelometric*

RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI PENUAAN (AGING) DAN KUALITAS MINYAK TRANSFORMATOR DI PT.WISMATATA ELTRA PERKASA

Turbidity Unit (NTU) 850-1100, seperti ditunjukkan pada Gambar 10.

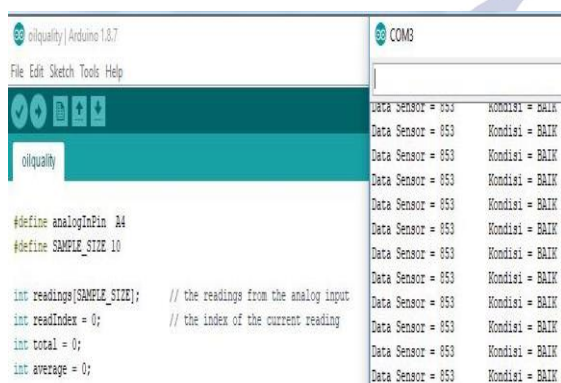


Gambar 10 Pengujian pada Sampel Minyak Transformator Baru
(Sumber : Data primer, 2019)

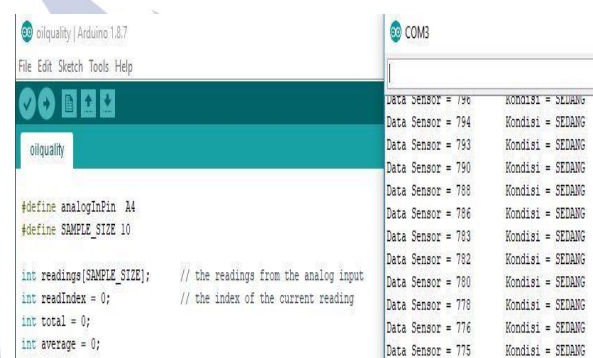
disini terdapat nilai eror pada sampel kedua dengan satuan nilai kekeruhan 820-850. Proses ini ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Pengujian pada Sampel Minyak Transformator Kedua
(Sumber : Data primer, 2019)



Gambar 11. Monitor Display Program Arduino pada Sampel Minyak Baru
(Sumber : Data primer, 2019)



Gambar 14. Monitor Display Program Arduino pada Sampel Minyak yang Sudah Digunakan
(Sumber : Data primer, 2019)

Gambar 12 menunjukkan sampel minyak transformator yang kedua, sampel minyak ini adalah minyak transformator yang sudah digunakan.



Gambar 12. Minyak Transformator yang Sudah Digunakan
(Sumber : Data primer, 2019)

Proses pengujian minyak transformator yang kedua ini dengan cara pengujian yang sama pada sampel minyak yang pertama, sensor *turbidity* dimasukkan ke sampel yang kedua, didapati perbedaan indikator led, untuk sampel yang kedua indikator led berwarna kuning yang artinya masih layak untuk digunakan, dapat dilihat pada Gambar 14, dan mempunyai satuan nilai kekeruhan *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU) 800-815, dimana

Untuk melakukan pengujian pada sampel ketiga dibutuhkan sampel minyak transformator yang benar benar sudah lama dipakai, sampel ini sangatlah berbeda dengan minyak transformator sampel pertama dan kedua, dari segi warna tampak perbedaan yang signifikan, dari tampilan sudah dipastikan sampel minyak transformator ini sangat keruh, seperti ditunjukkan pada Gambar 15.



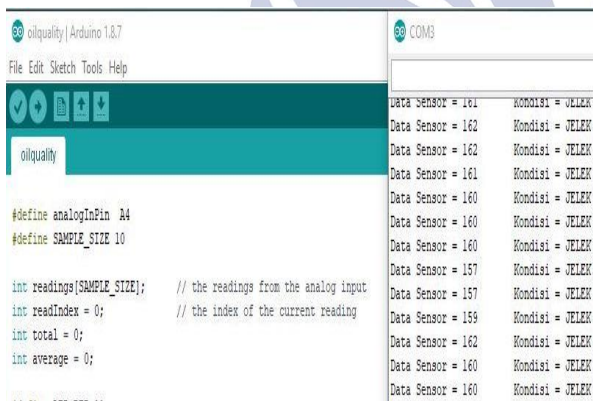
Gambar 15. Sampel Minyak Transformator Ketiga
(Sumber : Data primer, 2019)

Pengujian pada sampel ketiga ini dilakukan dengan cara memasukkan sensor *turbidity* ke dalam sampel minyak transformator yang sudah disediakan digelas

ukur, secara keseluruhan pengujian minyak transformator pada sampel pertama, kedua dan ketiga mempunyai tahapan yang sama. Untuk pengujian yang ketiga ini didapatkan hasil dengan indikator *led* berwarna merah, yang artinya minyak transformator ini harus diganti atau sudah tidak layak pakai, dapat dilihat pada Gambar 17, untuk ini ditunjukkan pada nilai satuan kekeruhan *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU) 0-765 dan mempunyai nilai eror 770-800 satuan nilai kekeruhan, seperti ditunjukkan pada Gambar 16



Gambar 16. Pengujian pada Sampel Ketiga
(sumber : Data primer, 2019)



Gambar 17. Monitor Display Program Arduino pada Sampel Minyak yang Tidak Layak Digunakan
(Sumber : Data primer, 2019)

PENUTUP

Simpulan

Dari pembahasan pendeteksi kelayakan minyak transformator berdasarkan hasil sensor *turbidity* maka didapatkan simpulan sebagai berikut.

Untuk dapat dilakukan pengaplikasian arduino berupa pendeteksi minyak transformator menggunakan sensor *turbidity* telah dirancang. Tingkat kekeruhan minyak transformator diukur dengan memanfaatkan perubahan tegangan sensor akibat perubahan kekeruhan. Pengujian pada prototipe ini meliputi pengujian untuk mengetahui tingkat keusangan dan kelayakan dari minyak transformator. Sehingga dapat diketahui waktu untuk melakukan pergantian minyak transformator atau sekedar perawatan pada minyak transformator yang sudah digunakan.

Prototipe yang dapat mendeteksi masing-masing perbedaan minyak transformator, hal tersebut dapat diketahui melalui indikator led yang mempunyai perbedaan warna, seperti ditunjukkan pada Tabel 1 diatas. Terdapat tiga warna, yaitu hijau mengindikasikan bahwa minyak masih baru, mempunyai nilai satuan kekeruhan (NTU) 850-110, untuk warna kuning dimana minyak masih layak digunakan, mempunyai nilai satuan kekeruhan (NTU) 800-815 dan mempunyai nilai eror 820-850 satuan nilai kekeruhan. Untuk merah dimana minyak pada saat itu harus diganti atau tidak layak digunakan nilai dari satuan kekeruhan (NTU) menunjukkan 0-765 dan mempunyai nilai eror 770-800 satuan nilai kekeruhan. Dapat disimpulkan alat pendeteksi penuaan minyak transformator dapat mendeteksi dengan akurat tingkat kelayakan minyak transformator.

Saran

Untuk pengembangan selanjutnya pada tugas akhir ini, sebaiknya dihubungkan langsung dengan transformator agar bisa lebih akurat dan perlu dilakukan pengembangan agar bisa mendapatkan parameter yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardunio, org, 2017. *Arduino Uno DataSheet*. Copyright 2017. Arduino, co Ltd. All Right Reserved.
- Badaruddin; Fery Agung Firdianto. 2016. *Analisa Minyak Transformator pada Transformator Tiga Fasa*. Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercubuana. Vol. 7 No. 2, Mei 2016.
- Christy Adventhree H. 2017. *Mendeteksi Kekeruhan Air Menggunakan Turbidity Sensor Berbasis Arduino ATMEGA328 Berdasarkan Prinsip Hamburan Cahaya*. Skripsi. Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara.
- Dedi Nugroho. 2010. *Kegagalan Isolasi Minyak Trafo*. Jurnal Media ElektriKa, Vol. 3 No.2, Desember 2010.
- Frans Romario; Stevano Agusta, 2012. *Pengatur Intensitas Cahaya Menggunakan Transistor*. Jurnal Praktikum Fisika Dasar, Universitas Sultan Ageng Tritayasa, 2012.
- Susi Irmalawati Panjaitan; M. Mujahidin; Rozeff Pramana, 2013. *Studi Pengaruh Beban Lebih Terhadap Kinerja Relai Arus Lebih Pada Transformator Daya*. Jurnal Tugas Akhir. Universitas Maritim Raja Ali Haji, 2013.