

Rancang Bangun Smart Single Phase Motor Rewinding Test Result untuk Praktikum Perawatan dan Perbaikan Mesin Listrik

Agus Fitriyanto^{1,*}, Muchamad Chaninul Fuad¹

¹ Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Sukolilo, Surabaya, 60111.

*Corresponding author. email: agusf@staff.pens.ac.id

Submisi: 14 Juni 2023; Penerimaan: 14 September 2023

ABSTRAK

Perbaikan motor induksi 1 fasa merupakan salah satu materi praktikum yang ada di Laboratorium Elektromekanik. Praktikum tersebut merupakan bagian dari mata kuliah Perawatan dan Perbaikan Mesin Listrik. Perbaikan tersebut adalah dengan cara membongkar lilitan yang lama kemudian dililit ulang dengan jumlah lilitan yang sama dengan jumlah lilitan yang sebelumnya. Setelah dilakukan perbaikan maka motor induksi tersebut, dilakukan pengujian dengan berbagai parameter uji disesuaikan dengan spesifikasi motor yang terdapat pada nameplate nya. Parameter pengujian tersebut diantaranya adalah tegangan kerja (V), arus nominal (I), arus starting motor (I), factor daya ($\cos \phi$), kecepatan putar (rpm) dan menentukan arah putar motor (cw-ccw). Dari beberapa parameter pengujian yang dilakukan diperlukan alat ukur yang berbeda-beda, sehingga memerlukan waktu yang lebih lama dalam melakukan pengujian.

Pada penelitian ini telah dirancang dan dibangun alat pengujian motor induksi 1 fasa yang di dalamnya sudah dapat mengukur dan menguji semua parameter pengujian yang diperlukan tersebut. Alat ini terdiri dari beberapa alat ukur yang diintegrasikan dengan mikrokontroler yang mengolah data untuk dicetak. Hasil pengujian dengan alat ini bisa langsung dicetak dengan menggunakan thermal printer yang sudah termasuk di dalamnya, sehingga bisa membandingkan hasil perbaikan lilit ulang apakah sudah sesuai dengan spesifikasi motor yang ada pada nameplate. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa alat yang kami buat terdapat error pembacaan tagangan sebesar 1.37%, error arus sebesar 2,56% dan error kecepatan sebesar 0.16%. Dimana hasil error dari alat yang kami buat masih di bawah nilai wajar yaitu 5%. Dengan penelitian ini proses pengujian motor induksi 1 fasa pada praktikum perbaikan motor induksi dapat dilakukan dengan lebih cepat dan praktis.

Kata kunci : Lilit Ulang Motor Induksi 1 Fasa, Pengujian Motor Induksi, Alat Pengujian Motor Induksi, Mikrokontroler.

PENDAHULUAN

Rewinding motor merupakan proses mengganti atau memperbaiki lilitan kawat pada gulungan stator atau rotor motor listrik. Hal ini dilakukan ketika motor mengalami kerusakan pada lilitan kawatnya, seperti kawat putus, konsleting atau kebocoran isolasi (Nizar Rosyidi, 2020). Proses rewinding motor melibatkan beberapa tahap, termasuk penghapusan lilitan kawat yang rusak, pembersihan gulungan, persiapan kawat

baru, dan melilit kembali kawat pada posisi yang tepat (Fakhrudin, 2019). Rewinding motor membutuhkan keterampilan dan pengetahuan teknis yang cukup karena melibatkan pemahaman tentang desain dan konfigurasi gulungan motor serta prinsip elektromagnetik.

Ada beberapa alasan mengapa rewinding motor perlu dilakukan daripada menggantinya dengan motor yang baru (Sutedjo, 2006). Pertama, biaya rewinding motor umumnya lebih rendah

daripada membeli motor baru. Jika motor itu sendiri masih dalam kondisi baik, rewinding dapat menjadi alternatif yang lebih ekonomis. Kedua, beberapa jenis motor listrik, seperti motor dengan gulungan khusus atau motor yang telah disesuaikan dengan kebutuhan tertentu, mungkin sulit atau mahal untuk digantikan dengan motor yang serupa (Joni, 2013). Dalam kasus seperti itu, rewinding dapat menjadi solusi yang lebih praktis.

Perawatan dan Perbaikan Mesin Listrik merupakan salah satu mata kuliah praktikum yang ada di Laboratorium Elektromekanik. Salah satu materi praktikum adalah menggulung ulang (*Rewinding*) motor induksi 1 fasa. Alur praktikum tersebut adalah uji kondisi motor yang meliputi, Tegangan, Arus, Faktor Day (Emidiana, 2017) a, Kecepatan Putar dan Pengukuran Tahanan Isolasi kemudian dilakukan uji kondisi motor, maka dilakukan perbaikan dengan cara menggulung ulang motor tersebut. Setelah dilakukan perbaikan dengan menggulung ulang motor maka dilakukan pengujian lagi untuk mengetahui hasilnya dan dibandingkan dengan spesifikasi motor tersebut. Proses pengujian menggunakan beberapa alat ukur diantaranya: Voltmeter, Ampermeter, Tachometer dan Cosphi meter (Hamdani, 2005). Dengan banyaknya parameter ukur dan alat yang harus disiapkan, maka perlu dirancang suatu alat pengujian motor induksi 1 fasa yang lebih ringkas dan mudah dalam penggunaannya, sehingga proses pengujian dapat dilakukan dengan praktis dan efisien.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bengkel Elektro Mekanik. Ruang ini merupakan laboratorium yang digunakan untuk melakukan penggulangan ulang motor dan

pengujian hasil gulungan motor listrik yang telah dililit ulang. Alat dan bahan penelitian yaitu: Arduino Mega, sensor PZEM-004t, Thermal printer, rotary encoder, dan variac. Metode penelitian ini dibagi menjadi 2 yaitu:

1. Perancangan program sistem elektronik dan desain tampilan *thin film transistor* (TFT)
2. Perancangan mekanik

Perencanaan Program Sistem Elektronik dan Desain tampilan TFT

Perencanaan program sistem elektronik dan desain tampilan tft dilakukan beberapa tahap:

1. Pembuatan program sensor PZEM-004t.

Pembuatan program dilakukan dengan menambahkan *library* PZEM-004t ke aplikasi Arduini-ide (Kurniawan et al., 2022). Dimana pada sensor PZEM-004t ini bisa membaca tegangan, arus, frekuensi, power factor, daya. Prinsip Pengukuran: PZEM-004T menggunakan metode pengukuran arus shunt dan transformator pengukur untuk mengukur tegangan dan arus listrik. Modul ini juga dilengkapi dengan mikrokontroler yang mengolah data pengukuran untuk menampilkan hasil pengukuran yang akurat. Pengukuran Tegangan: PZEM-004T dapat mengukur tegangan listrik secara langsung dengan menghubungkan kabel tegangan pada terminal input yang disediakan. Tegangan diukur dengan menggunakan teknik pembagi tegangan untuk menghasilkan tegangan yang sesuai untuk pengolahan oleh mikrokontroler (Bahtiar et al., 2021). Pengukuran Arus: Modul ini mengukur arus dengan menggunakan shunt resistor. Arus yang melewati shunt resistor menghasilkan tegangan jatuh yang sebanding dengan arus yang diukur. Tegangan jatuh tersebut kemudian dikonversi menjadi arus yang

sesuai untuk ditampilkan oleh mikrokontroler. Pengolahan Data: Mikrokontroler pada PZEM-004T mengambil data tegangan dan arus yang diukur, dan kemudian mengalikannya untuk menghitung daya aktif (Watt). Selain itu, mikrokontroler juga menghitung energi yang dikonsumsi berdasarkan waktu pengukuran dan menghitung faktor daya (PF) dengan membandingkan daya aktif dengan daya semu (VA). Pada sensor PZEM-004t komunikasi dengan mikrokontroller menggunakan komunikasi serial.

2. Pembuatan program sensor kecepatan (*rotary encoder*).

Pembuatan program dilakukan dengan menambahkan library. Pada sensor kecepatan ini terdapat dua output A dan B (Kurnia, 2019). tetapkan pin A dan pin B dari *rotary encoder* sebagai pin input *rotary encoder*. Pada program mikrokontroller gunakan pin input sebagai interupsi untuk membaca perubahan sinyal secara langsung tanpa tanpa harus secara terus menerus memeriksa status pin. Sinyal yang dihasilkan oleh *rotary encoder* akan memberikan informasi tentang arah putaran dan jumlah pin yang dibaca. Ketika sudah mengetahui jumlah langkah dan arah putaran maka dimasukkan rumus untuk mendapatkan nilai kecepatan putaran motor.

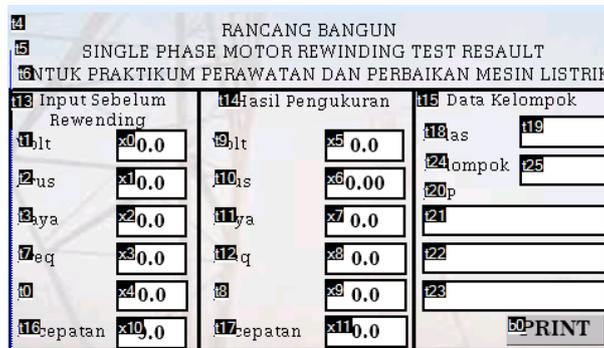
3. Pembuatan program *thermal printer*.

Pembuatan program *thermal printer* dilakukan dengan menambahkan *library thermal printer* ke Arduino ide (Marga, 2021). Komunikasi yang digunakan antara mikrokontroller dengan *thermal printer* menggunakan komunikasi serial. Samakan boudrate, parity, stopbit antara *thermal printer* dengan mikrokontroller. Pastikan ukuran font tulisan tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil. *Thermal printer* ini akan mencetak informasi yang terdapat pada lcd tft.

4. Pembuatan program liquid crystal display thin film transistor (LCD TFT).

Pembuatan program LCD TFT ini menggunakan aplikasi nextion editor (Supriyadi et al., 2019). Dimana aplikasi ini merupakan aplikasi bawaan dari lcd nextion.

Pada Gambar 1 dapat dilihat dimana pada desain ini terapat tiga kolom yaitu kolom input sebelum rewending berisi data name plate motor sebelum di lilit ulang. Kolom kedua yaitu hasil pengukuran yang terbaca saat itu juga, dan kolom yang ketiga adalah input data kelompok yang mengerjakan. Lcd nextion yang digunakan pada penelitian ini menggunakan 4,3 inchi.



Gambar 1. Desain tampilan LCD Tft

Perencanaan Mekanik

Sebelum perencanaan *hardware* yang perlu diketahui terlebih dahulu adalah data motor induksi yang kita gunakan untuk menentukan sensor yang kita gunakan. Motor induksi yang direwinding adalah motor induksi yang digunakan pada pompa air, dengan spesifikasi seperti tertera pada Gambar 2. berikut ini.



Gambar 2. Spesifikasi Motor Induksi

Dari *nameplate* motor yang terdapat pada Gambar 2. didapatkan data untuk menentukan kapasitas sensor yang digunakan pada alat uji ini. Sensor-sensor tersebut antara lain : Pzem 004-t, *Rotary encoder* dan Amperemeter Analog. Desain alat pengujian motor

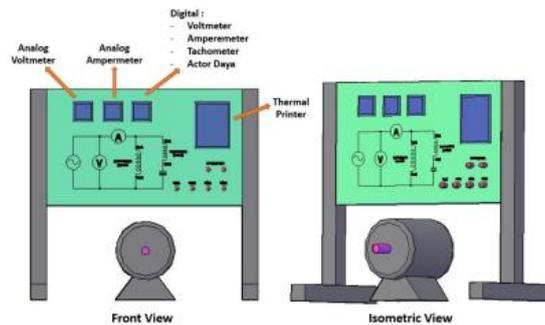
induksi hasil rewinding pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3. Alat pengujian ini terdiri dari 2 bagian yaitu Modul uji dan pangkon motor. Modul uji didesain dengan ringkas sehingga pengguna dapat dengan mudah dan cepat dalam melakukan pengujian.

Bagian pangkon motor untuk menempatkan motor yang akan diuji. Pangkon motor didesain supaya bisa digunakan untuk motor berbagai merk, selain itu ada sensor tachometer yang akan ditempatkan dipangkon dan bisa diatur sesuaikan dengan bentuk motor. Ukuran modul uji ini adalah panjang 50cm, lebar 25cm dan tinggi 40cm.

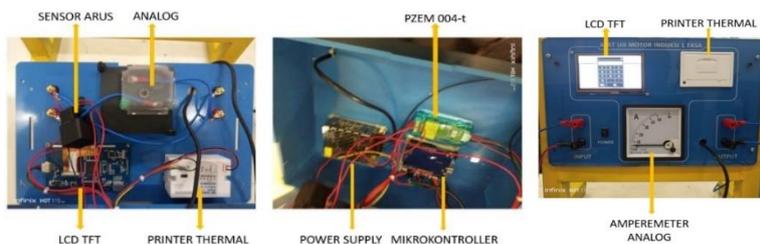
HASIL DAN PEMBAHASAN.

Integrasi Hardware dan Software

Pada tahapan ini dilakukan *Integrasi* antara *hardware*, *software* dan mekanik. Pada penelitian ini kami menggunakan box yang terbuat dari akrilik untuk tempat modul dan pangkon motor untuk menempatkan motor dan sensor *rotary encoder*.



Gambar 3. Gambar desain mekanik



Gambar 4. Penempatan *Hardware* pada Box

Pada Gambar 4 dijelaskan penempatan *hardware* pada box alat. Penataan *hardware* ditempatkan sedemikian rupa untuk mempermudah perakitan dan menghasilkan alat yang mudah untuk digunakan. Hasil tampilan dari alat ini ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Penempatan Motor dan Rotary Encoder

Untuk penempatan motor dan sensor kecepatan, pada penelitian ini menggunakan pangkon motor yang terpisah dengan alat uji. Hal ini bertujuan untuk memperkecil resiko gangguan pada alat dari getaran motor. Penempatan motor induksi dan *rotary encoder* dijelaskan pada Gambar 5.

Hasil pengujian pembacaan alat ukur standart dan Rancangan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah alat yang kami buat sudah sesuai dengan alat ukur standar dengan cara membandingkan hasil pembacaan alat yang kami buat dengan alat ukur yang standart.

Hasil Pengujian pembacaan sensor tegangan

Setelah dilakukan pengambilan data dari pembacaan sensor tegangan dengan cara membandingkan pembacaan sensor dengan alat ukur standar didapat hasil seperti pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 merupakan hasil dari pengujian menggunakan alat ukur rancangan yang dibandingkan dengan alat ukur standar. Dapat dilihat nilai tegangan terbaca dibandingkan dengan

alat ukur standar terdapat selisih dengan persentase *error* paling besar adalah 1,37%. Hal ini disebabkan karena pembacaan pada alat ukur rancangan terdapat toleransi nilai resistor sensor. Hasil pembacaan alat ukur ini bisa digunakan karena nilai persentase *error* terbesar adalah 1,37% masih di bawah batas wajar karena kurang dari 5%. Pembacaan sensor tegangan ini nilai tegangan terendah yang bisa dibaca adalah 80V dan nilai tertinggi dari pembacaan sensor tegangan ini adalah 240V.

Hasil Pengujian pembacaan sensor arus

Setelah dilakukan pengamilan data dari pembacaan sensor arus dengan cara membandingkan pembacaan sensor arus dengan alat ukur standar didapat hasil seperti Tabel 2.

Dari Tabel 2 di atas merupakan hasil dari pengujian menggunakan alat ukur rancangan yang dibandingkan dengan alat ukur standar. Pengujian ini menggunakan alat ukur standart amper meter yang dihubungkan seri beban. Dapat dilihat nilai arus terbaca alat rancangan dibandingkan dengan alat ukur yang standar terdapat selisih dengan persentase *error* paling besar 2,56%. Hal ini disebabkan karena terlalu besar nilai rasio CT yang digunakan. Hasil dari pembacaan arus alat ukur ini masih dikatakan bagus karena nilai *error* tertinggi masih di bawah nilai wajar yaitu 5%. Alat ini bisa digunakan untuk arus terbesar adalah 100A.

Hasil Pengujian Pembacaan Sensor Kecepatan

Setelah dilakukan pengambilan data dari pembacaan sensor kecepatan dengan cara membandingkan pembacaan sensor kecepatan pada dengan alat ukur standar didapat hasil seperti Tabel 3.

Tabel 1. Hasil perbandingan pembacaan sensor tegangan

No.	Tegangan (V) alat rancangan	Tegangan (V) alat standar	Error (%)
1	80	80,1	1,37
2	100	100,2	0,19
3	150	150,1	0,06
4	180	180,1	0,05
5	200	200	0
6	220	220	0
7	230	230,1	0,07

Tabel 2. Hasil perbandingan pembacaan sensor arus

No.	Arus (A) alat rancangan	Arus (A) alat standar	Error (%)
1	0,2	0,2	0
2	0,4	0,39	2,56
3	0,8	0,82	2,43
4	1,2	1,23	2,43
5	1,6	1,59	0,62
6	1,8	1,82	1,09
7	2,0	2,05	2,43

Tabel 3. hasil perbandingan pembacaan sensor kecepatan

No.	Kecepatan (RPM) alat rancangan	Kecepatan (RPM) alat standar	Error (%)
1	1000	1001	0,09
2	1500	1501	0,06
3	1800	1803	0,16
4	2000	1998	0,1
5	2500	2502	0,07
6	2800	2800	0
7	3000	3002	0,06

Tabel 4. hasil pengujian keseluruhan sistem

No	Pengukuran alat perancangan			Pengukuran alat standar		
	Tegangan(V)	Arus (A)	Kecepatan (RPM)	Tegangan(V)	Arus (A)	Kecepatan (RPM)
1	140	0,4	2935	140,2	0,46	2933
2	160	0,48	2945	160,1	0,5	2943
3	180	0,66	2954	180,2	0,68	2953
4	200	0,92	2956	200,3	0,91	2956
5	220	1,2	2956	219,9	1,29	2956

Dari Tabel 3 di atas merupakan hasil dari pengujian menggunakan alat ukur rancangan yang dibandingkan dengan alat ukur standart. Pengujian ini menggunakan alat ukur standar tacho meter, tacho meter diarahkan ke rotor motor yang di couple dengan rotary encoder. Dapat dilihat nilai kecepatan dari alat rancangan dibandingkan dengan alat ukur standar terdapat

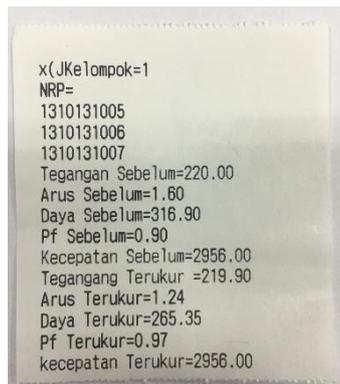
persentase error paling besar adalah 0,16%. Hasil dari pembacaan ini masih dikatan bagus karena nilai terbesar error pada alat perancangan masih di bawah nilai wajar yaitu sebesar 5%.

Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian ini yaitu menggabungkan semua parameter yang telah diuji secara parsial untuk

mendapatkan hasil. Setelah dilakukan penggabungan semua program didapat hasil pengujian sistem dengan membandingkan alat rancangan dengan alat ukur standart

Dari Tabel 4 dapat kita lihat bahwa hasil pengujian yang dibandingkan dengan alat ukur yang standar masih terdapat selisih. Dimana selisih tegangan ini dikarenakan nilai toleransi resistor yang digunakan untuk pembacaan tegangan. Untuk sensor arus selisih ini dikarenakan range dari sensor arus yang digunakan pada alat ini adalah 100A sedangkan yang kita ukur tertinggi adalah 1,29A. Untuk sensor kecepatan kami menggunakan sensor rotary encoder dengan jumlah pulse 400.



Gambar 6. Hasil cetak thermal printer

Gambar 6 merupakan hasil print out dari pengukuran. Dimana yang dicetak pada kertas *thermal* ini merupakan semua parameter baik sebelum rewinding maupun sesudah di rewinding.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada keseluruhan sistem pengaturan ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pembacaan dari sensor masih ada sedikit selisih sebesar 2,56% dari alat standart. Hal ini

disebabkan ukuran resolusi CT yang terlalu besar digunakan.

2. Untuk penggunaan sensor PZEM ini nilai minimal yang bisa di ukur adalah 80 Volt. Jika tegangan di bawah 80 volt maka sensor tidak akan membaca.
3. Sensor kecepatan yang kami gunakan menggunakan 400 pulse sehingga nilai pembacaan masih terdapat selisih sebesar 0,16% dari alat standart

Saran

Pada penelitian ini tentunya masih ada kekurangan dan kelemahannya, baik pada sistem maupun pada pembacaan hasil pengukuran. Oleh karena itu untuk memperbaiki kekurangan dan kelemahan tersebut, maka disarankan:

1. Jika ingin menggunakan sensor PZEM pastikan memilih range arus yang sesuai dengan yang akan di ukur, supaya pembacaan lebih akurat
2. Untuk menggunakan sensor kecepatan pastikan mengetahui jumlah pulse yang digunakan.
3. Pangkon motor disarankan didesain dengan baik supaya lebih mudah dalam mengganti motor yang akan diuji.
4. Penempatan rotary encoder harus didesain supaya lebih fleksibel jika alat uji ini digunakan untuk menguji motor dengan model dan merk yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Fakhrudin, A .2019. Skripsi: Lilit Ulang Motor Satu Fasa (Pompa Air). Universitas Negeri Semarang. Semarang
- Joni, A.2013. Skripsi: Pemanfaatan Motor Induksi 1 Fasa Sebagai Generator. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. Yogyakarta
- Bahtiar, M., Haryudo, S. I., Agung, A. I., & Chandra, A. 2021. Skripsi:

- Pembuatan Prototype Penstabil Tegangan Untuk Mengatasi Gangguan Over -Under Voltage Berbasis Arduino UNO. Universitas Negeri Surabaya. Surabaya
- Emidiana. 2017. Skripsi: Pengaruh Kapasitas Kapasitor Pada Kumparan Bantu Terhadap Pemanasan Motor Induksi Satu Fasa. Universitas PGRI Palembang. Palembang
- Marga, Hidayat. 2021. Skripsi: Alat Ukur Berat Badan, Tinggi Badan dan Suhu Badan di Puskesmas Dengan Output Print. IIB Darmajaya Bandar Lampung. Lampung
- Sutedjo, M. 2006. Buku Praktikum Bengkel Listrik. Program Studi Elektro Industri, Departemen Elektro PENS. Surabaya
- Kurniawan, E., Pangaudi, D. S., Eko, D., Widjatmoko, N., & Surabaya, P. P. 2022. Sripsi: Perancangan Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Berbasis Android. Universitas Muhammadiyah Surabaya. Surabaya
- Rosyidi, N. 2020. Skripsi: Studi Inspeksi Kelayakan Instalasi dan Instrumen Tenaga Listrik. Program Studi Teknik Elektro FTI ISTN Jakarta. Jakarta
- Kurnia, R,K,A. 2019. Skripsi: Perancangan Sistem Pembacaan Rotary Encoder Dan Pembacaan Parameter Mesin Yang Disesuaikan Dengan Mesin Produksi Galvalum Di Pt Kepuh Kencana Arum. Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga. Salatiga
- Supriyadi, A., Setyawan, A., & Suseno,J,E, 2019. Rancang Bangun Sistem Kendali Unit Pengolahan Air Bersih Berbasis Arduino Uno R3 Dan Nextion Nx4827t043_011r (Vol. 22, Issue 2).
- Hamdani, T. 2005. Skripsi: Pengujian Karakteristik Motor Kapasitor Untuk Berbagai Nilai Kapasitansi. Universitas Tadulako, Palu. Palu