

Perancangan Monitoring RPM Motor Induksi Tiga Fasa pada Penggerak Generator

Lukman Dika Setyo Pradana

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

lukman97@gmail.com

Abstract. Motor induksi merupakan salah satu mesin listrik yang banyak digunakan karena penggunaan yang fleksibel. Salah satunya digunakan untuk membuat miniatur pembangkit listrik dengan cara motor induksi digunakan sebagai penggerak generator. Dalam menghasilkan listrik kecepatan putar yang digunakan untuk memutar generator akan berdampak pada output generator yang dihasilkan, selain itu dampak dari pemberian beban pada generator juga akan mempengaruhi kecepatan putar generator. Maka dari itu untuk mengetahui variabel kecepatan putar generator/motor, diperlukan suatu sistem untuk monitoring kecepatan putar (rotation per minute/RPM). Sensor yang digunakan untuk mendeteksi kecepatan putar adalah TCRT5000. Hasil pengujian pengambilan data dari TCRT5000 dengan stroboskop sebagai pembanding ditemukan error pada sensor yang dipakai adalah 0,6%, dan memiliki kemampuan baca sebesar 4800 RPM. Data pembacaan sensor akan di simpan pada mikro SD. Dan nantinya pembacaan RPM akan dikonversi menjadi sinyal analog 4 – 20 mA sebagai standard sinyal komunikasi pada instrumentasi industri yang diatur pada ANSI/ISA-S50.1-1982. Hasil pengujian didapat bahwa sinyal 4 – 20 mA yang dihasilkan mempresentasikan 0-3060 RPM.

Kata Kunci: *TCRT5000, mikro SD, ANSI/ISA-S50.1-1982, Sinyal analog.*

1. Pendahuluan

Motor induksi tiga fasa merupakan salah satu mesin listrik yang banyak digunakan di dunia industry dan rumah tangga. Dikatakan motor induksi karena arus rotor motor ini merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan antara putaran rotor dengan medan putar yang dihasilkan arus stator [1]. Motor ini memiliki konstruksi yang kuat, sederhana, dan handal. Disamping itu motor ini juga memiliki efisiensi yang cukup tinggi saat berbeban penuh dan tidak membutuhkan perawatan yang banyak. Salah satu contoh penggunaannya pada pompa sentrifugal dengan penggerak motor.

Motor induksi dapat diatur kecepatannya dengan salah satu cara yaitu menggunakan VSD (variable speed drive) [2]. Karena fungsi serta kelebihanannya, motor induksi banyak diaplikasikan pada industri sebagai alat penggerak terutama pada plant yang membutuhkan kecepatan konstan ataupun kecepatan yang dapat dikontrol. Maka motor induksi dinilai sangat penting dalam dunia industri. Dalam pengaplikasian motor induksi kali ini digunakan motor induksi tiga fasa untuk memutar generator agar menghasilkan listrik sesuai kebutuhan rumah tangga. Untuk bisa menghasilkan listrik yang sesuai kebutuhan rumah tangga perlu memperhatikan variabel-variabel tertentu salah satunya rpm motor pada penggerak generator [3].

Suatu penelitian menunjukkan adanya pengaruh kecepatan putar terhadap keluaran generator induksi 1 fase [4]. Dalam kondisi tanpa beban, generator yang diuji dapat membangkitkan tegangan sebesar 220 volt 83,9 Hz ketika dihubungkan dengan kapasitor sebesar 16 mikrofard dan diputar pada kecepatan 850 rpm. Ketika kecepatan putarnya divariasi

dari 525 – 850 rpm maka tegangannya akan bervariasi dari 65 – 220 volt dan frekuensinya akan bervariasi dari 52,1 – 83,9 Hz. [4].

Semakin tinggi kecepatan putarnya maka semakin tinggi tegangan dan frekuensinya. Selain dari RPM itu sendiri adanya pengaruh dari kenaikan daya beban yang dihubungkan pada generator induksi akan menyebabkan penurunan tegangan, kecepatan putar dan frekuensinya. Sehingga dari informasi yang telah diberikan adanya pengaruh RPM terhadap hasil output generator dan adanya pengaruh beban yang terpasang digenerator terhadap RPM. Oleh karena itu, untuk memantau dan memastikan kecepatan motor induksi pada penggerak generator tersebut telah sesuai untuk menghasilkan tegangan dan frekuensi tertentu perlu dilakukannya monitoring, sehingga dapat menginformasikan kinerja dan kondisi terkini motor tersebut, khususnya pada RPM motor untuk penggerak generator.

Dan nantinya pembacaan rpm akan dikonversi menjadi sinyal analog 4 – 20 mA sebagai standard sinyal komunikasi pada instrumentasi industri yang diatur pada ANSI/ISA-S50.1-1982 [5]. Yang kemudian sinyal analog akan dikirimkan ke PLC .Karena pada sistem monitoring ini dinilai sangat penting untuk menentukan kinerja generator nanti, maka perlu membuat sistem monitoring dengan metode yang tepat, sehingga dapat menonitoring dengan error yang kecil untuk menghindari kesalahan pembacaan kecepatan motor tersebut. Berdasarkan paparan diatas maka peneliti memiliki tujuan untuk merancang alat monitoring RPM motor pada penggerak generator dengan menggunakan sensor TCRT5000. Tujuan kedua adalah menghasilkan parameter RPM sebagai input pada control eksitasi panel dan input pada kontrol motor.

2. Metode Penelitian

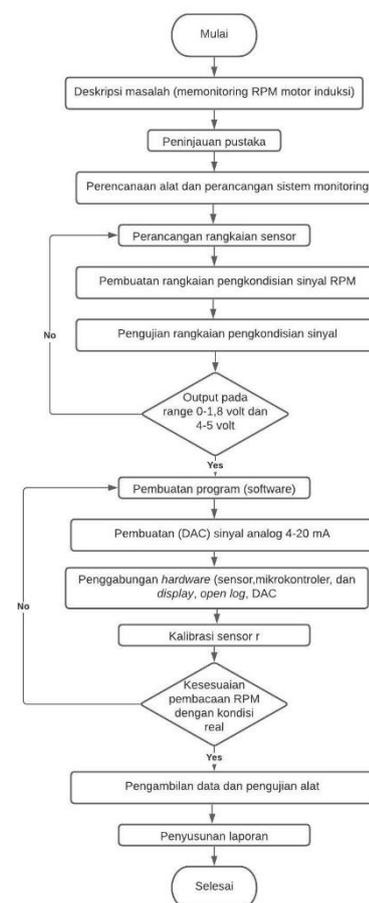
Secara garis besar perancangan monitoring rpm motor induksi tiga fasa pada penggerak generator dipaparkan pada flowchart Gambar 1. Berikut ini adalah bahan dan peralatan yang dibutuhkan: sensor TCRT5000, op – amp, mikrokontroler ATMega128, LCD 16 x 2, beberapa modul yaitu modul Open Logger SD Card, modul voltage to current, modul RTC DS1073, modul PWM to voltage converter.

a. Identifikasi Sistem Monitoring dan Alat Ukur RPM

Pada identifikasi meliputi mencari dan bagaimana konsep-konsep yang berkaitan dengan permasalahan mengenai perancangan alat sistem monitoring kecepatan motor seperti Sensor yang akan digunakan, LCD 16 × 2 cm, Mikrokontroler ATMega128, DAC (digital to analog converter), voltage to current, dan data logger.

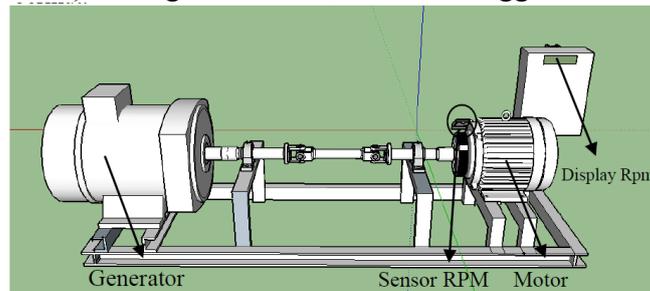
b. Perencanaan Alat

Gambar 2 terdiri dari dua komponen utama yaitu motor dan generator, tujuan dari sistem diatas yaitu untuk mengasilkan listrik sesuai kebutuhan. Untuk menghasilkan listrik sesuai kebutuhan, generator diputar dengan motor induksi 3 fasa. Putaran motor ini nantinya akan berperan penting, karena frekuensi dan tegangan



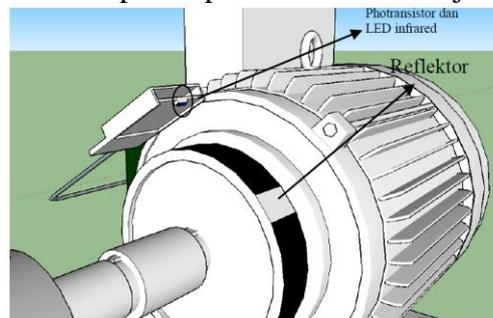
Gambar 1. Flowchart Pembuatan Alat

yang dihasilkan oleh generator bergantung dari kecepatan motor. Sehingga untuk itu perlu dilakukannya monitoring terhadap putaran motor. Untuk itu perlu memperhatikan pemasangan sensor RPM dan objek yang akan diukur, gambar 2 merupakan desain penempatan sensor dan objek yang akan diukur (reflektor). Rancang bangun monitoring rpm motor induksi tiga fasa pada penggerak generator terdiri dari yakni sensor RPM, LCD 16x2 cm, Atmega128, DAC (digital to analog converter), voltage to current, serta data logger.



Gambar 2. Desain monitoring RPM motor pada penggerak generator

Pada Gambar 2 diatas terdiri dari dua komponen utama yaitu motor dan generator, tujuan dari sistem diatas yaitu untuk mengasilkan listrik sesuai kebutuhan. Untuk menghasilkan listrik sesuai kebutuhan, generator diputar dengan motor induksi 3 fasa. Putaran motor ini nantinya akan berperan penting, karena frekuensi dan tegangan yang dihasilkan oleh generator bergantung dari kecepatan motor. Sehingga untuk itu perlu dilakukannya monitoring terhadap putaran motor. Untuk itu perlu memperhatikan pemasangan sensor RPM dan objek yang akan diukur, Gambar 3 merupakan desain penempatan sensor dan objek yang akan diukur (reflektor).



Gambar 3. Peletakan sensor RPM

Rancang bangun *monitoring* rpm motor induksi tiga fasa pada penggerak generator terdiri dari yakni sensor RPM, LCD 16x2 cm, Atmega128, DAC (*digital to analog converter*), voltage to current, serta data *logger*.

c. Pembuatan Sensor

Alat ukur RPM motor. Sensor yang digunakan TCRT5000, sensor TCRT5000 terdiri dari phototransistor dan LED infrared.

d. Perencanaan dan Pembuatan Alat (Software)

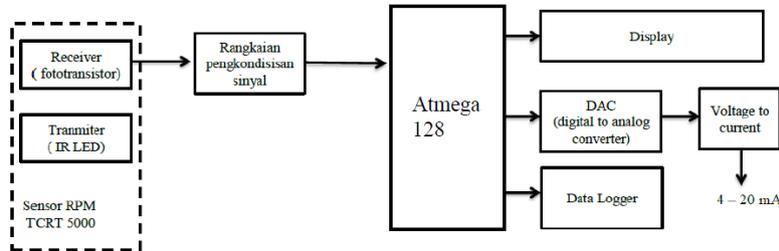
Perancangan software pada tahap ini merupakan siklus pembuatan software seluruh sistem monitoring rpm. Langkahnya yaitu : (1) perencanaan display dan sensor, (2) pembuatan tanggal dan waktu pada data logger, (3) perencanaan data logger.

e. Pembuatan DAC (Digital to Analog Converter)

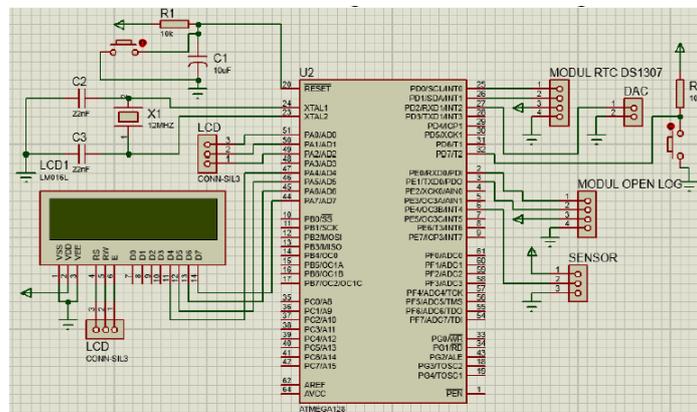
Menggunakan metode PWM. Output dari PWM ada pada di PortD.2. Dalam pembuatan DAC mempertimbangkan dari spesifikasi RPM motor yang akan diukur.

f. Penggabungan Hardware

Dalam penggabungan hardware yang terdiri dari sensor, LCD, modul open log, RTC, PWM to voltage, dan volatage to current ke mikrokontroler Atmega128 ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 4 Diagram blok sistem monitoring RPM



Gambar 5. Rangkaian sistem monitoring RPM

g. Pengujian Sistem Pengukuran

Pengujian pengukuran RPM dilakukan dengan menggunakan motor single phase jenis simizu (rpm =2900 , 220VAC, 50Hz) dengan bantuan VSD (variable speed drive).

h. Pengambilan Data Karakteristik Sensor dan Pengujian Alat

Dalam tahap ini bertujuan untuk melihat spesifikasi yang dimiliki oleh sistem monitoring yang telah dibuat. Dimana dengan keterangan data tersebut dapat diketahui bagus atau tidaknya performansi dari sebuah sistem monitoring.

i. Analisa Data dan Penarikan Kesimpulan

Tahap terakhir terdapat analisis data yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui kinerja dari setiap komponen. Apabila ditemukan ketidaksesuaian maka akan dilakukan pengecekan ulang kembali pada alat tersebut maupun uji karakteristik statik dan kalibrasi.

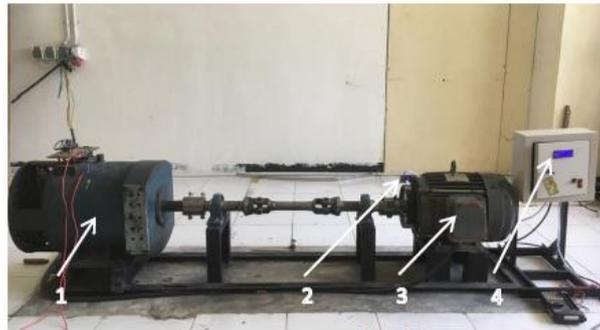
3. Hasil

a. Hasil Perencanaan Alat

Sistem monitoring bertujuan untuk mengamati hasil dari perubahan suatu besaran fisis pada objek yang diukur. Dalam membuat sitem monitoring tidak lepas dari sensor, pengkondisian sinyal, mikrokontroler, dan display. Gambar 6 menunjukkan realisasi alat.

1) Hasil Pengujian Sensor

Berikut merupakan hasil dari kemampuan sensor yang akan digunakan untuk mengukur RPM motor. Pengujiaan dilakukan dengan memberi input berupa frekuensi.

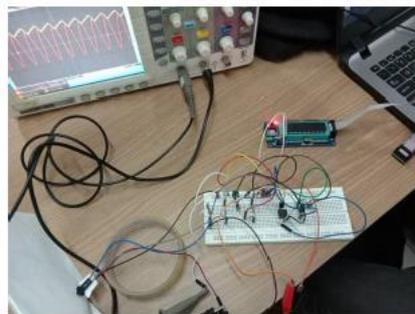
**Gambar 6. Realisasi alat**

Keterangan : 1. Generator; 2. Sensor; 3. Motor; 4) Display

4. Display

1) Hasil Pengujian Sensor

Berikut merupakan hasil dari kemampuan sensor yang akan digunakan untuk mengukur RPM motor. Pengujian dilakukan dengan memberi input berupa frekuensi.

**Gambar 7. Pengujian sensor****Tabel 4. Data Pengujian Sensor TCRT5000**

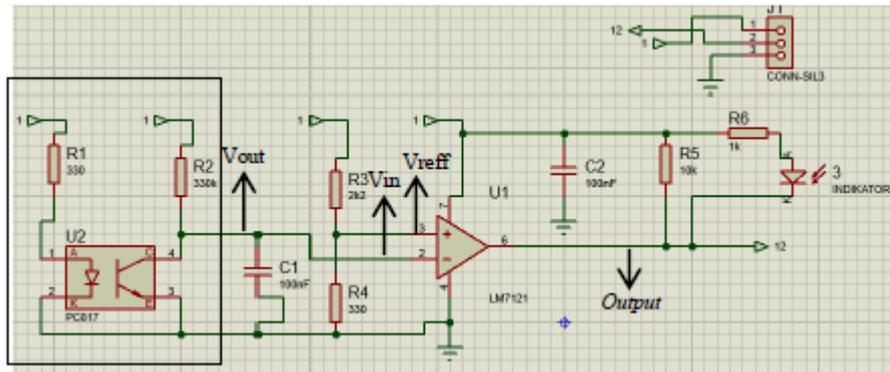
<i>Input dari function generator</i>	<i>Output rangkain sensor</i>	<i>Error (%)</i>
10,05 Hz	10,02 Hz	0,03
20,07 Hz	20,04 Hz	0,03
30,03 Hz	29,99 Hz	0,04
40,98 Hz	40,05 Hz	0,93
50,00 Hz	49,92 Hz	0,08
60,00 Hz	59,97 Hz	0,03
69,93 Hz	70,09 Hz	0,84
80,06 Hz	79,83 Hz	0,23
81,06 Hz	65,02 Hz	17,04

2) Hasil Rangkaian Pengkondisian Sinyal

Rangkaian pengkondisian sinyal seperti Gambar 8 didapat nilai output “low” sebesar 1,41 volt sedangkan nilai ouput “high” sebesar 4,8 volt. Rangkaian pengkondisian sinyal ditunjukkan oleh Gambar 8.

3) Tampilan Display

Tampilan display menggunakan lcd 16x2 cm dan dengan menggunakan mikrokontroler Atmega128, dari display tersebut dapat diketahui kecepatan putar motor atau RPM motor. Tampilan display ditunjukkan oleh Gambar 9.



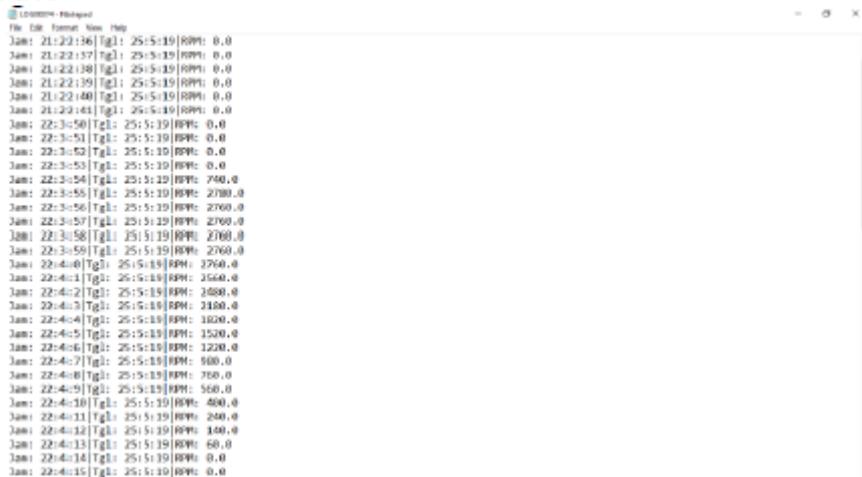
Gambar 8. Rangkaian sensor RPM



Gambar 9. Tampilan display

4) Tampilan Data Logger

Data logger pada monitoring ini menggunakan SD card dengan kapasitas 8 GB, untuk membuat data logger ada beberapa metode salah satunya adalah dengan komunikasi UART.



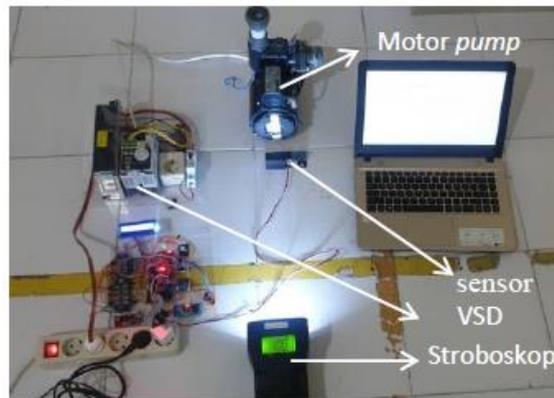
Gambar 10. Hasil penyimpanan data logger

b. Pengujian Alat

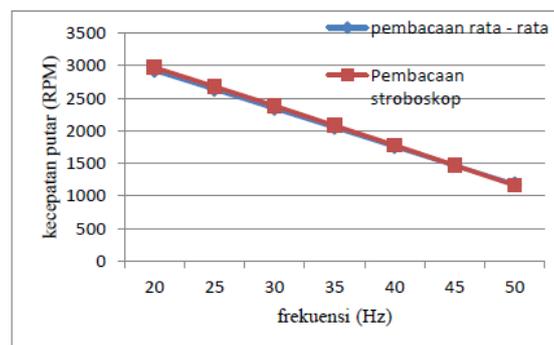
1) Karakteristik Sensor RPM

Karakteristik sensor RPM (TCRT5000) didapatkan dari perbandingan nilai pembacaan sensor dengan pembacaan stroboskop tipe DT 2349. Dengan bantuan VSD (variable speed drive) yang dihubungkan dengan motor pump memungkinkan untuk mengatur frekuensi yang

masuk ke motor, sehingga memungkinkan untuk bisa menentukan RPM yang diinginkan. Karena putaran motor sebanding lurus dengan frekuensi yang masuk ke motor. Gambar 10. merupakan proses untuk mencari tahu karakteristik sensor RPM.



Gambar 11. Pengujian Sensor



Gambar 12. Grafik pembacaan rata-rata alat

2) Pembacaan DAC

Proses pembuatan sinyal DAC (digital to analog converter) yaitu dengan menggunakan PWM to voltage, sehingga perlu mengatur duty cycle untuk menghasilkan tegangan output. Kemudian dikonversi dengan modul voltage to current, berikut merupakan proses pembuatan DAC. Proses pengujian DAC yaitu dengan menggunakan motor pump merk simizu (rpm =2900 , 220VAC, 50Hz), motor diatur kecepatannya menggunakan VSD (variabel speed drive). Dari hasil perhitungan RPM akan dikonversi menjadi analog output yaitu tegangan 0-5 volt, dan arus 4-20 mA.

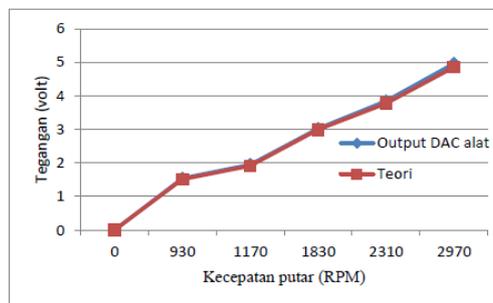
Gambar 4.12 merupakan diagram blok untuk membuat sinyal 4 – 20 mA. Dari output Atmega128 yang berupa PWM, kemudian di konversi menjadi tegangan (0-5 volt) dengan menggunakan modul PWM to voltage, hasil output PWM to voltage yang berupa tegangan dirubah menjadi sinyal 4-20 mA dengan menggunakan modul voltage to current.



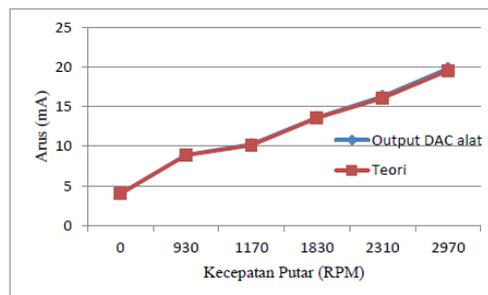
Gambar 13. Diagram blok DAC



Gambar 14. Pengujian output DAC



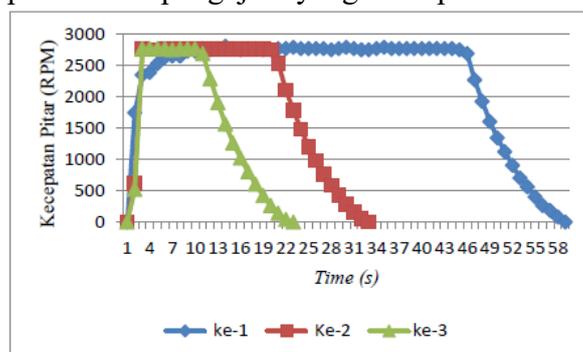
Gambar 15. Grafik hubungan antara output tegangan DAC dan teori



Gambar 16. Grafik hubungan antara output arus DAC dan teori

3) Pengujian RPM motor 3 Fasa

Pengujian alat ini digunakan motor induksi tiga fasa, dengan rangkain delta (220 vAC, 50 Hz, 18,8 ampere, 2905 RPM). Dilakukan pengujian untuk melihat kondisi motor saat start up dan shutdown. Berikut merupakan hasil pengujian yang disimpan di data logger.



Gambar 17. Grafik pembacaan motor induksi tiga fasa

4. Pembahasan

Sistem monitoring RPM motor pada penggerak generator digunakan TCRT5000. Digunakan rangkaian op amp komparator inverting untuk membuat rangkaian pengkondisian sinyal. Pada pembacaan sensor sinyal output yang dihasilkan dari sensor adalah sinyal output high (4,8 volt) ketika sensor mendeteksi objek yang terbuat aluminium. Dari hasil pengambilan data dari sensor RPM dengan stroboskop sebagai pembanding ditemukan error pada sensor yang dipakai adalah sebesar 0,6%. Error pada pembacaan sensor bisa diakibatkan dari beberapa hal, bisa jadi metode pengambilan data dari sensor tersebut kurang tepat, ataupun rangkaian pengkondisian sinyal. Tetapi nilai error tersebut masih dalam batas toleransi dan tidak terlalu berpengaruh besar terhadap data pembacaan.

Setelah data pembacaan dari sensor diperoleh, maka data pembacaan sensor akan ditampilkan pada LCD karakter 16x2. Selanjutnya data pembacaan sensor akan dikirimkan melalui komunikasi UART melalui perantara modul open log. Dimana modul tersebut membantu proses penyimpanan pada SD card. Pada pembuatan sinyal DAC (4 – 20mA) yang digunakan untuk sinyal parameter yang berfungsi untuk mempresentasikan pembacaan sensor (0-3060 RPM). Dibutuhkan proses pengubahan data digital menjadi tegangan (0-5 Volt). Proses pembuatan sinyal tegangan yaitu dengan menggunakan sinyal PWM yang dikonversi menjadi tegangan 0-5 volt dengan menggunakan modul PWM to voltage. Hasil dari modul PWM to voltage berupa tegangan kemudian dikonversikan menggunakan modul voltage to current (4-20 mA).

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengujian sistem monitoring RPM motor induksi tiga fasa pada penggerak generator disimpulkan : (1) Telah dirancang sistem monitoring kecepatan putar motor induksi menggunakan sensor TCRT5000 dan Atmega128 sebagai mikrokontroler yang hasil pembacaan RPM disimpan dalam data logger dalam bentuk format .txt, dengan kemampuan baca sensor mencapai 4800 RPM. Mempunyai karakteristik sensor, dimana sensor RPM memiliki rata-rata error pembacaan sebesar 0.6%, memiliki ketidakakuratan sebesar 2,63%, memiliki akurasi sebesar 97,37%. Dan memiliki standard deviasinya sebesar 36,0.; (2) parameter sebagai input eksitasi panel dan input control telah dihasilkan dengan menggunakan DAC yang memiliki error 0,04% untuk output tegangan, serta memiliki error 0,12% untuk output arus DAC.

Daftar Pustaka

- [1] Rahmat, Asep dan Ruhama, Ade. 2014. *Perancangan Dan Pembuatan Alat Uji Motor Listrik Induksi Ac 3 Fasa Menggunakan Dinamometer Tali (Rope Brake Dynamometer)*. *Jurnal J-ENSITEC*. Vol. 1. No. 1. (7-16).
- [2] Nurul, Deni Huda. 2016. Pengujian Unjuk Kerja Variabel Speed Drive Vf-S9 Dengan Beban Motor Induksi 3 Fasa 1 Hp, Bandung : Jurnal Tugas Akhir Politeknik Negeri Bandung.
- [3] Sinaga, Samuel dan Pranoto, Hadi. 2020. Analisis Kebutuhan Energi Motor Listrik Pada Mobil Hybrid Urban KMHE 2018. *Jurnal Teknik Mesin*. Vol. 9, No. 3 (180-189).
- [4] Supardi, Agus dkk. 2019. Pengaruh Kecepatan Putar Dan Beban Terhadap Keluaran Generator Induksi 1 Fase Kecepatan Rendah. *Emitor : Jurnal Teknik Elektro*. Vol.16, No. 01.(26-31).
- [5] Instrument Society of America. (1992). ANSI/ISA S50.1 -1982 (R1992) : Compatibility of Analog Signals for Electronic Industrial Process Instruments (American Standard).InstrumentSocietyofAmerica..