

**DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM *MONITORING* TEGANGAN DAN ARUS MOTOR INDUKSI TIGA *PHASE* MENGGUNAKAN KONSEP *INTERNET OF THINGS (IOT)***

Heru Susanto<sup>1</sup>, Agus Nurcahyo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prodi S1 Teknik Kedirgantaraan, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan (STTKD) Yogyakarta

<sup>2</sup>Prodi D3 Aeronautika, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan (STTKD) Yogyakarta  
E-mail:<sup>1</sup>herususantojogja@gmail.com, <sup>2</sup>agusnmail@gmail.com

Masuk: 13 Juli 2018, Revisi masuk: 21 Juli 2018, Diterima: 22 Juli 2018

**ABSTRACT**

*Monitoring for voltage and current in a three-phase induction motor that is widely used in industry needs to be carried out continuously to ensure that motor performance remains good. Utilizing the Internet of Things (IoT) can help carry out this monitoring task to minimize the existence of human error factors. Design and implementation of a system is needed to monitor voltage and current in a three phase induction motor using the IoT concept so that monitoring can be done anytime and anywhere as long as it is connected to the internet. This system design consists of hardware and software that works to monitor the voltage and current that comes from a three-phase induction motor. The hardware part consists of the NodeMCU+ESP8266 module, 16x2+I2C LCD module, ACS712 current sensor module, AC voltage sensor module, CD4051 analog IC multiplexer, and power supply. The software part is a program algorithm that contains a flow of voltage and current readings to be displayed on IoT services named Thingspeak. The appearance of the Thingspeak application is designed to present data readings of three-phase voltage sensors and readings of three-phase current sensors. The results of the research show that the system designed has been implemented to monitor voltage and current in an three-phase induction motor based on IoT. The data displayed in Thingspeak consists of three phase AC voltage and three phase AC current. The test results show the difference between the data on Thingspeak with a measuring device which is 1% for phase R voltage, 2% for S phase voltage, 1% for phase T voltage, 37% for phase R current, 7% for S phase current, and 13% for phase T current.*

**Keywords:** *Induction motor, IoT, NodeMCU, Thingspeak.*

**INTISARI**

*Monitoring* tegangan dan arus pada motor induksi tiga *phase* yang banyak digunakan di industri perlu dilakukan secara terus-menerus untuk memastikan kinerja motor tetap baik. Pemanfaatan *Internet of Things (IoT)* dapat membantu melakukan tugas *monitoring* ini untuk meminimalisir adanya faktor kesalahan manusia. Diperlukan desain dan implementasi sistem yang dapat untuk melakukan *monitoring* tegangan dan arus pada motor induksi tiga *phase* dengan menggunakan konsep IoT sehingga *monitoring* dapat dilakukan kapanpun dan dimanapun selama terkoneksi dengan internet. Desain sistem ini terdiri atas *hardware* dan *software* yang bekerja untuk memonitor tegangan dan arus yang berasal dari motor induksi tiga *phase*. Bagian *hardware* terdiri modul NodeMCU+ESP8266, modul LCD 16x2+I2C, modul sensor arus ACS712, modul sensor tegangan AC, *multiplexer* analog IC CD4051, dan power supply. Bagian software berupa algoritma program yang berisi alur pembacaan tegangan dan arus hingga ditampilkan pada layanan IoT bernama Thingspeak. Tampilan pada aplikasi Thingspeak didesain untuk menyajikan data pembacaan sensor tegangan tiga *phase* dan pembacaan sensor arus tiga *phase*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang didesain telah dapat diimplementasikan untuk memantau tegangan dan arus pada motor induksi tiga *phase* yang berbasis IoT. Data ditampilkan pada Thingspeak terdiri atas tegangan AC tiga *phase* dan arus AC tiga *phase*. Hasil pengujian menunjukkan adanya selisih antara

data pada Thingspeak dengan alat ukur yaitu 1% untuk tegangan *phase R*, 2% untuk tegangan *phase S*, 1% untuk tegangan *phase T*, 37% untuk arus *phase R*, 7% untuk arus *phase S*, dan 13% untuk arus *phase T*.

**Kata-kata kunci:** *Induction motor, IoT, NodeMCU, Thingspeak.*

## PENDAHULUAN

*Monitoring* tegangan dan arus pada motor induksi tiga *phase* yang banyak digunakan di industri perlu dilakukan secara terus-menerus (*real time*) agar kinerja motor tetap berjalan dengan baik dan jika ada gangguan dapat diketahui secara lebih dini. Hasil dari *monitoring* arus dan tegangan secara *real time* ini selanjutnya dijadikan sebagai bahan analisis apakah motor tersebut mengalami gangguan, dan jika terjadi gangguan maka penanganannya dapat dilakukan secepatnya (Setiawan, 2015).

*Monitoring* tegangan dan arus motor induksi yang terdapat di industri biasanya masih dilakukan secara manual oleh pekerja yang ditugaskan untuk mencatat tegangan dan arus setiap periode tertentu (biasanya 1 atau 2 jam sekali). Pekerja yang bertugas untuk melakukan pemantauan ini akan mendatangi alat pengukur tegangan dan arus sekaligus mencatat besarnya tegangan dan arus yang sedang terukur saat itu dan mencatatnya kembali pada periode berikutnya. Pekerjaan seperti ini memiliki resiko kesalahan akibat faktor *human error*, sehingga menjadi tidak efektif. Diperlukan cara alternatif untuk memudahkan pekerjaan pemantauan arus dan tegangan motor listrik dengan meminimalkan terjadinya kesalahan yaitu dengan menggunakan konsep *IoT*.

*IoT* adalah sebuah jaringan yang digunakan untuk mewujudkan interkoneksi antar objek dengan layanan *web*. Penggunaan aplikasi *IoT* saat ini telah merambah berbagai ranah seperti *WSN*, *RFID*, *GPS* dan lainnya yang secara keseluruhan bertujuan untuk membuat pekerjaan menjadi lebih efisien dan lebih mudah (Wang dan Liu, 2011). Pemanfaatan konsep *IoT* telah dilakukan dalam berbagai penelitian yang menjangkau berbagai macam bidang, diantaranya *power management system* (Lee dan Lai, 2016), *greenhouse agricultural* (Guo dan Zhong, 2015),

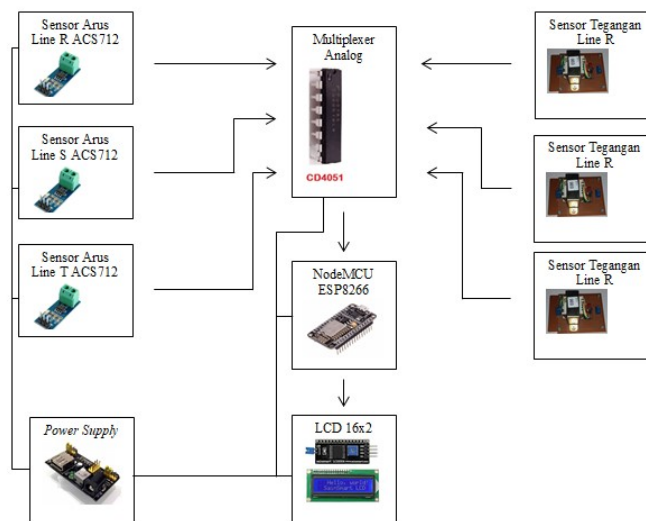
sistem pemantauan (Lao dan Li, 2014), *smart home* (Soliman dkk., 2013), dan pemandu robot (Kumar dkk., 2015).

Pemanfaatan konsep *IoT* pada sistem *monitoring* juga dapat digunakan untuk melakukan tugas *monitoring* tegangan dan arus pada motor induksi dengan cara menghubungkan perangkat keras seperti sensor arus, sensor tegangan, *multiplexer* analog, modul *NodeMCU+ESP8266*, *LCD+i2C*, jaringan internet, dan *WEB service*. Sensor arus dan tegangan digunakan untuk melakukan deteksi (pengukuran) arus dan tegangan AC pada motor induksi yang selanjutnya diolah menjadi data pengukuran *real time* oleh *NodeMCU* setelah sebelumnya melewati *multiplexer* analog. *Multiplexer* analog digunakan untuk mengatasi keterbatasan I/O analog pada *NodeMCU*. Data dari *NodeMCU* ini selanjutnya akan dikirimkan ke *WEB service* melalui jaringan internet dengan modul *ESP8266*. *Web service* yang cocok untuk kegiatan *monitoring* adalah layanan gratis dari *Thingspeak*. Data ini selanjutnya akan tersimpan dalam *cloud (server)* dan dapat diakses setiap saat. Perekaman data ini dapat dilakukan dengan pengaturan periode tertentu secara *real time*.

Penelitian ini mendesain sistem yang dapat digunakan untuk *monitoring* tegangan dan arus motor induksi tiga *phase* menggunakan *IoT*. Desain sistem yang dibuat meliputi desain *hardware* dan *software*.

## Desain Hardware

*Hardware* yang digunakan pada desain ini terdiri atas modul *NodeMCU+ESP8266*, *power supply*, sensor arus *ACS712*, sensor tegangan AC, modul *I2C LCD 2x16*, IC *CD4051*, *variable resistor*, dan beberapa komponen elektronik dasar lainnya. Gambar 1 menampilkan desain *hardware* sistem *monitoring* tegangan dan arus motor induksi tiga *phase*.



Gambar 1. Desain *hardware* sistem *monitoring* tegangan dan arus motor induksi tiga *phase*

Sensor arus yang digunakan adalah sensor arus ACS712 yang memiliki kemampuan pembacaan hingga 30A yang berjumlah 3 buah untuk mendeteksi besarnya arus pada *phase* R, S, dan T. Berdasarkan spesifikasi sensor ACS712 dengan kapasitas 30A adalah keluaran dari sensor ini adalah 66 mV/A yang artinya setiap kenaikan 1A arus yang terbaca maka pada keluarannya akan mengalami kenaikan tegangan sebesar 66 mV atau 0,066 Volt.

Sensor arus ACS712 juga memiliki *range* pembacaan ADC antara 0-1024 pada tegangan 5 volt. Sensitifitas keluaran 66 mV untuk setiap kenaikan 1A, dengan AC offset 2500 mV mengingat hanya digunakan untuk mengukur arus positif dan negatif, sehingga besarnya arus yang diukur dapat ditentukan dengan persamaan (1) sebagai berikut (Henry, 2017):

$$I_{out} = \frac{\left(\frac{V_{in}}{1024} \times 5000\right) - 2500}{185} \quad (1)$$

dimana,

$I_{out}$  = arus hasil pengukuran yang ditampilkan

$V_{in}$  = tegangan dari sensor yang dibaca oleh ADC NodeMCU

Sensor tegangan yang digunakan adalah sensor tegangan AC dengan

kemampuan membaca tegangan maksimum 250 VAC. Sensor ini didesain dengan menggunakan tiga buah transformator *step down* pada tegangan output 6VAC untuk mengukur tegangan pada *phase* R, S, dan T pada motor induksi tiga *phase*. Selanjutnya tegangan ini disearahkan menggunakan *diode* dan untuk mengurangi *ripple* yang terjadi digunakan kapasitor. Sebagai pengatur ketepatan sensor digunakan variabel resistor sebagai output sensor tegangan AC. Berdasarkan pengaturan sensor tegangan AC ini, maka digunakan persamaan (2) untuk menentukan nilai pembacaan sensor tegangan.

$$V_{out} = \frac{V_{in}}{1024} \times 500 \quad (2)$$

dimana,

$V_{out}$  = tegangan AC yang terukur dan ditampilkan

$V_{in}$  = tegangan yang dibaca oleh ADC NodeMCU

*Multiplexer* analog digunakan sebagai ekspansi terhadap I/O analog pada NodeMCU. *Multiplexer* analog yang digunakan adalah IC CD4051, sebagai masukan enam buah sensor tegangan dan arus, sementara keluarannya akan dihubungkan ke I/O analog NodeMCU. Sumber tegangan IC CD4051 adalah +5 volt yang terdapat pada *pin* 16 dan

*ground* pada pin 8. Masukan *multiplexer* analog ini berasal dari tiga buah sensor arus dan tiga buah sensor tegangan AC. Kendali keluaran IC CD4051 dilakukan dengan menghubungkan *pin* input 1, input 2, dan input 3 masing-masing pada D0, D1, dan D2 pada NodeMCU. Keluaran IC ini (*pin* 3) dihubungkan ke masukan I/O analog (A0) pada modul NodeMCU+ESP8266.

Bagian akhir dari IC CD4051 adalah *pin Inhibit* dan VSS yang dihubungkan ke *catu ground*. NodeMCU pada desain ini digunakan sebagai perangkat utama untuk mengolah data yang berasal dari sensor dan menampilkannya ke LCD dan jaringan internet melalui ESP8266 untuk koneksi IoT. Pin A0 sebagai I/O analog digunakan sebagai masukan data yang berasal dari sensor tegangan AC dan arus AC setelah di-*multiplexing* menggunakan IC CD4051. Keluaran dari *multiplexer* inilah yang secara langsung masuk ke pin I/O A0 NodeMCU. Pin A0 merupakan masukan data analog yang selanjutnya akan diubah menjadi data digital dengan *Analog to Digital Converter* (ADC) agar bisa dibaca oleh program. Komunikasi antara NodeMCU dan ESP8266 bisa dilakukan melalui pemrograman tanpa perlu kesulitan untuk memperhatikan koneksi *hardware* antar kedua modul untuk dipublikasikan ke internet yaitu ke *web server* bernama Thingspeak.

Bagian terakhir adalah LCD 16x2 yang digunakan untuk menampilkan data yang berasal dari NodeMCU. LCD ini juga dilengkapi dengan I2C yang akan meminimalisir penggunaan *port* I/O digital pada NodeMCU.

### **Desain Software**

Desain program untuk *monitoring* tegangan dan arus motor induksi tiga *phase* menggunakan IoT dimulai dengan melakukan konfigurasi keluaran sistem atau yang dikenal dengan konfigurasi *pinout*, selanjutnya dilakukan inisialisasi variabel untuk perangkat keras maupun perangkat lunak. Inisialisasi ini meliputi inisialisasi untuk membaca tegangan dan arus AC tiga *phase* yang berasal dari motor induksi, kendali *multiplexer* IC CD4051, penampil LCD melalui i2C, dan

inisialisasi terhadap perangkat IoT dengan menggunakan *web server* Thingspeak.

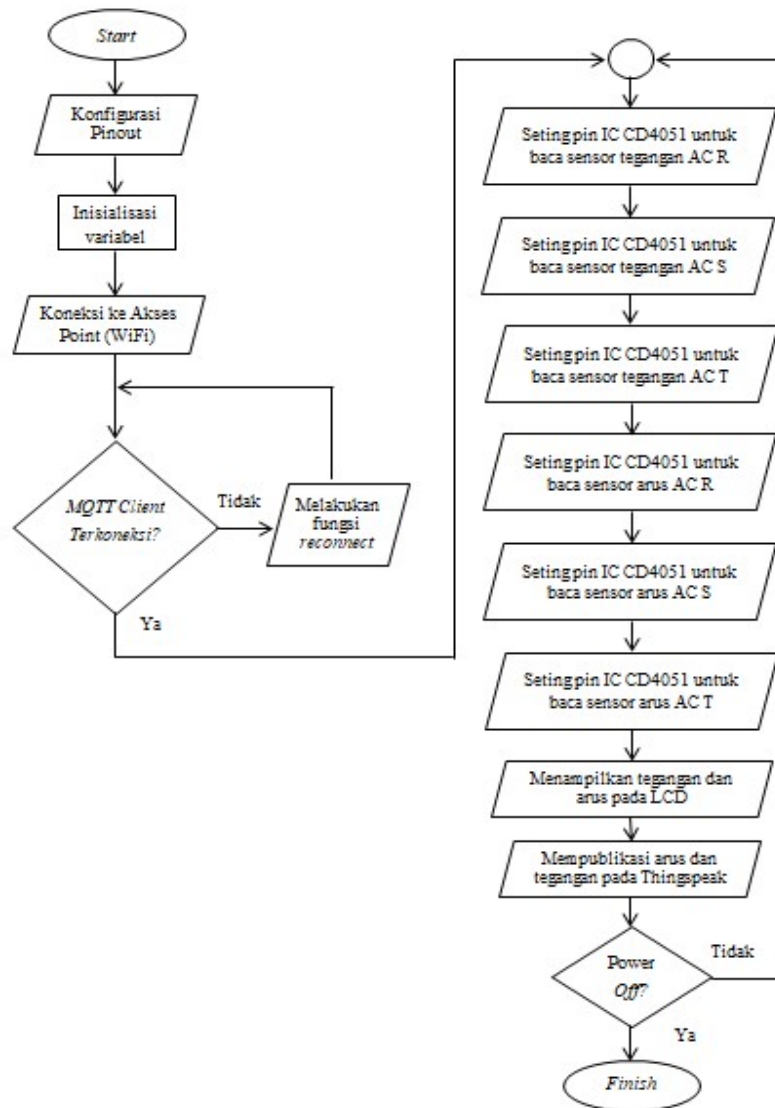
Langkah berikutnya adalah melakukan koneksi ke *access point* setelah perangkat semuanya siap. Kegunaan dari koneksi *access point* ini adalah untuk melakukan komunikasi berupa pengiriman data menggunakan MQTT *client*. Apabila komunikasi dengan MQTT belum tersambung, maka sistem secara otomatis akan melakukan penghubungan kembali dengan MQTT sampai kondisi terjadi komunikasi. Apabila komunikasi antara perangkat dengan MQTT *client* dan *broker* sudah siap maka sistem akan melakukan pembacaan terhadap pembacaan sensor tegangan AC *phase* R dan menghitung hasilnya. Pembacaan dan perhitungan hasil dilakukan masing-masing pada sensor tegangan *phase* S, dan *phase* T. Pembacaan sensor arus dilakukan dengan cara membaca pada arus AC *phase* R, *phase* S, dan *phase* T. Sistem berikutnya akan menampilkan besarnya tegangan dan arus AC tiga *phase* yang dihasilkan dari motor induksi tiga *phase* pada LCD 16x2 setelah dikirim melalui i2C LCD module. Data tegangan dan arus juga akan dipublikasikan ke *web server* Thingspeak.

Desain *software* lainnya adalah berupa aplikasi *web service* Thingspeak yang akan digunakan untuk memublikasikan hasil dari *monitoring* tegangan dan arus motor induksi tiga *phase* secara *online*. Desain Thingspeak dilakukan dengan membuat "*Channel*" dan mengatur "*Field*" untuk menampilkan data tegangan dan arus tiga *phase*. Desain ini mengatur "*Field* 1" digunakan untuk menampilkan data tegangan AC *phase* R, "*Field* 2" untuk menampilkan data tegangan AC *phase* S, "*Field* 3" untuk menampilkan data tegangan AC *phase* T, "*Field* 4" untuk menampilkan data arus AC *phase* R, "*Field* 5" untuk menampilkan data arus AC *phase* S, dan "*Field* 6" untuk menampilkan data arus AC *phase* T.

*Channel* yang didesain dalam sistem juga memberikan informasi penting diantaranya adalah *channel ID*, *API key*, dan *export data*. *API key* merupakan

sekumpulan data yang perlu diisikan pada program agar dapat terhubung pada *MQTT client* Thingspeak. *Data export* digunakan untuk mengunduh data salah satunya dalam format CSV.

*Flowchart* desain *software* untuk desain dan implementasi sistem *monitoring* tegangan dan arus motor induksi tiga *phase* menggunakan konsep *IoT* tampak seperti pada Gambar 2.

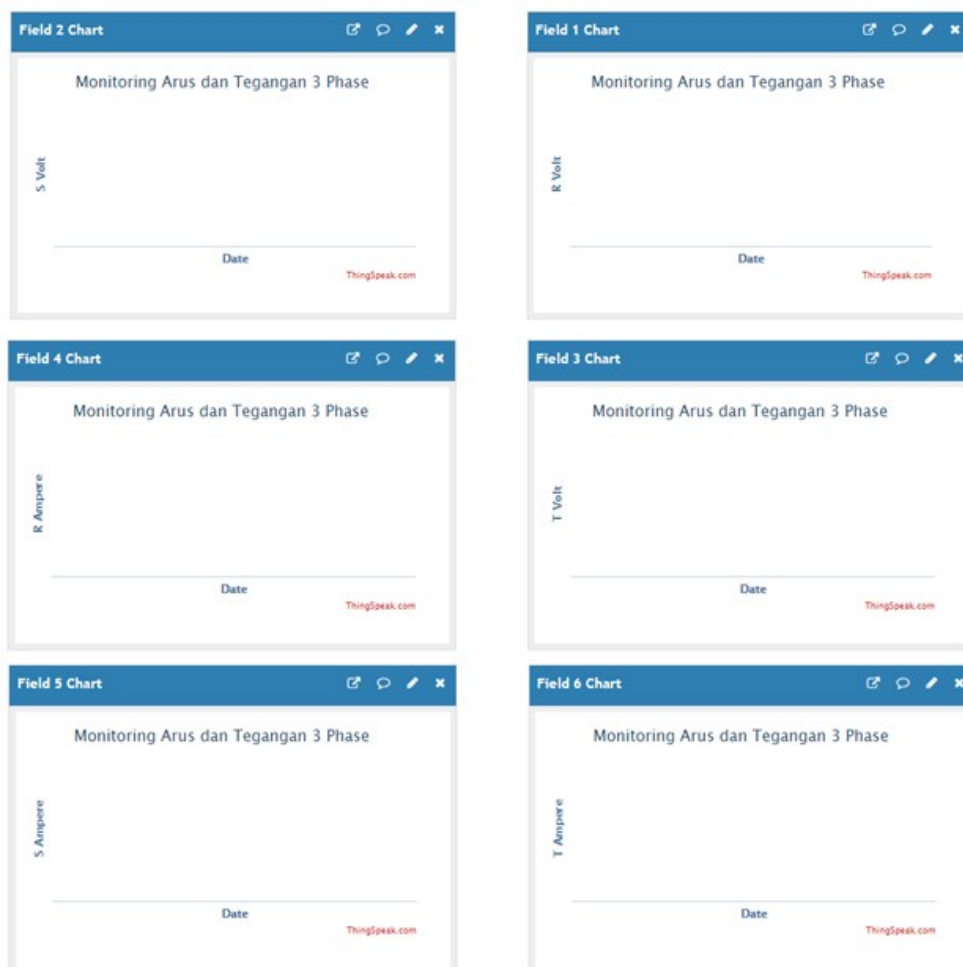


Gambar 2. Diagram alir program sistem

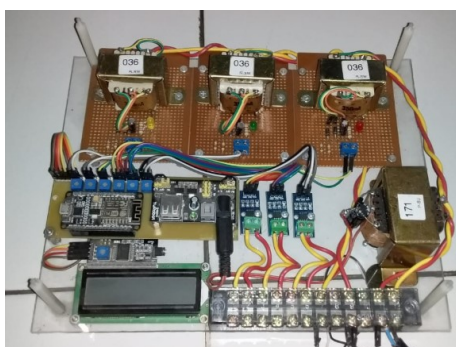
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain dari alat *monitoring* tegangan dan arus motor induksi tiga *phase* menggunakan konsep *IoT* direalisasikan dalam bentuk desain dari sisi *hardware*, *software*, dan desain aplikasi *IoT* menggunakan *web server* Thingspeak.

Gambar 3 menunjukkan contoh tampilan data tegangan dan arus AC pada masing-masing *field*, sedangkan Gambar 4 menampilkan Realisasi alat *monitoring* tegangan dan arus motor induksi tiga *phase* dengan *IoT*.



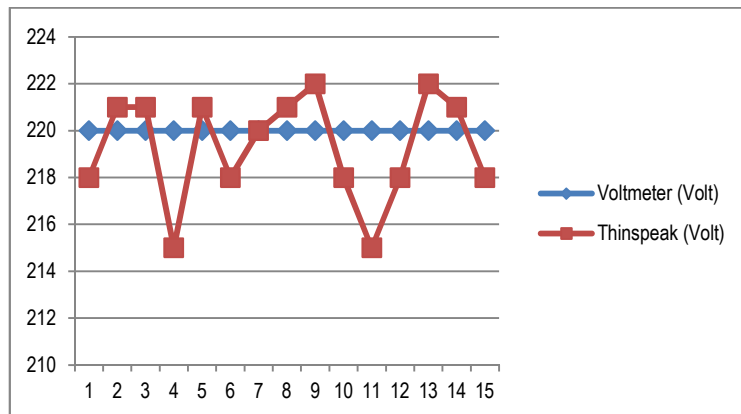
Gambar 3. Tampilan data tegangan dan arus AC pada masing-masing *field*



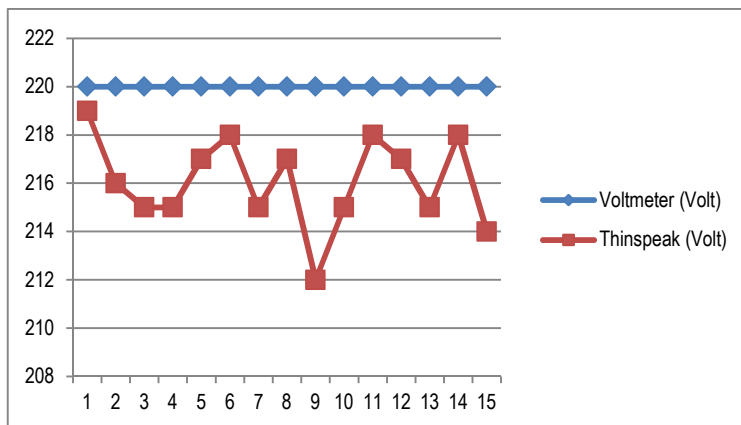
Gambar 4. Realisasi alat *monitoring* tegangan dan arus motor induksi tiga *phase* dengan *IoT*

Pengujian sistem dilakukan ketika realisasi alat digunakan untuk memantau besarnya tegangan dan arus pada motor induksi tiga *phase* dengan mencari selisih antara data yang ditampilkan oleh ThingSpeak dan alat ukur *voltmeter* atau

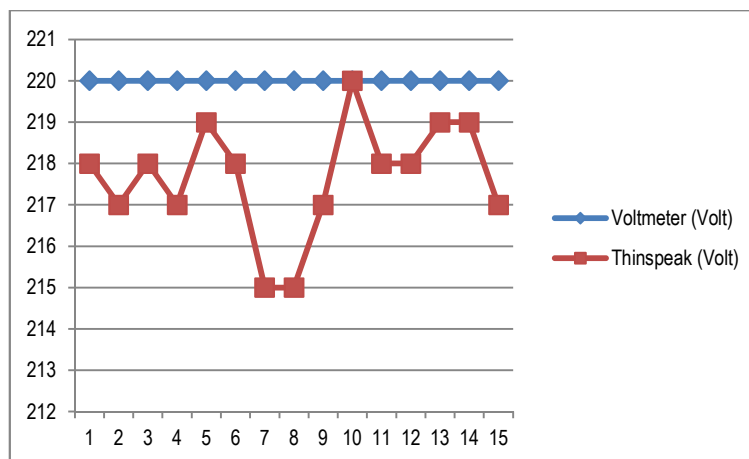
*tangmeter*. Hasil pengujian tegangan motor induksi pada masing-masing *phase*, terlihat pada grafik perbandingan pengujian menggunakan *voltmeter* dan data yang ditampilkan pada ThingSpeak dalam Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7. Hasil pengujian tegangan menunjukkan bahwa terjadi selisih antara tegangan yang ditampilkan oleh ThingSpeak dengan alat ukur *voltmeter* dengan rincian 1% untuk tegangan *phase* R, 2% untuk tegangan *phase* S, 1% untuk tegangan *phase* T. Adapun pengujian arus motor induksi pada masing-masing *phase*, seperti terlihat pada grafik perbandingan pengujian menggunakan alat ukur *tangmeter* AC dan data yang ditampilkan pada ThingSpeak dalam Gambar 8, Gambar 9, dan Gambar 10.



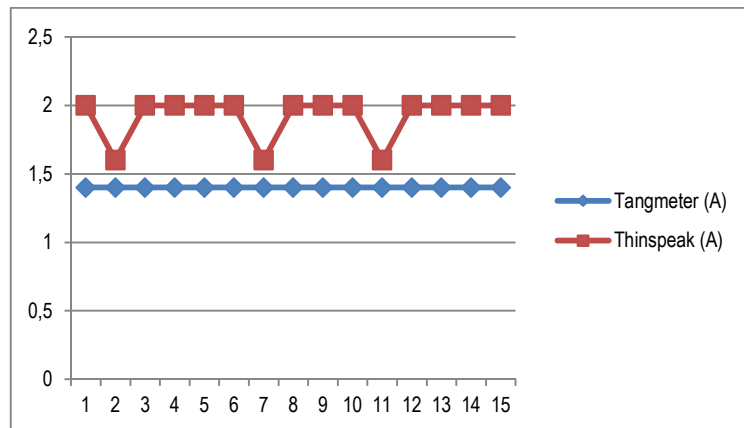
Gambar 5. Perbandingan pengujian menggunakan *voltmeter* dan Thinspeak tegangan *phase R*



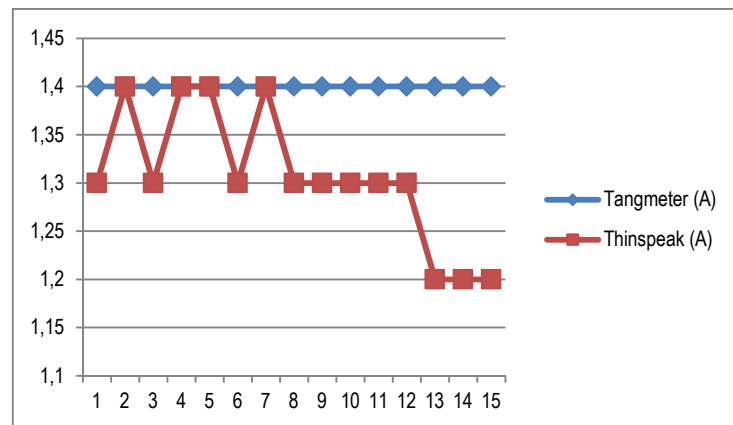
Gambar 6. Perbandingan pengukuran menggunakan *voltmeter* dan Thinspeak tegangan *phase S*



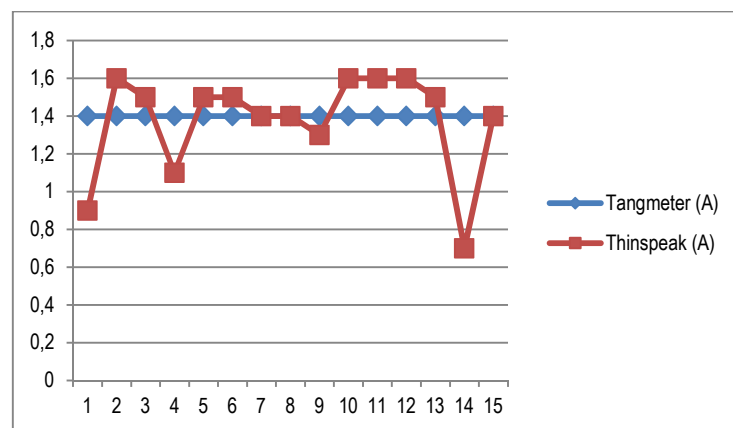
Gambar 7. Perbandingan pengukuran menggunakan *voltmeter* dan Thinspeak tegangan *phase T*



Gambar 8. Perbandingan pengukuran menggunakan *tangmeter* dan Thinspeak tegangan *phase R*



Gambar 9. Perbandingan pengukuran menggunakan *tangmeter* dan Thinspeak arus *phase S*



Gambar 10. Perbandingan pengukuran menggunakan *tangmeter* dan Thinspeak tegangan *phase T*

Hasil pengujian arus menunjukkan bahwa terjadi selisih antara tegangan yang ditampilkan oleh Thinspeak dan alat ukur voltmeter dengan rincian 37%

untuk arus *phase R*, 7% untuk arus *phase S*, 13% untuk arus *phase T*.

Data tegangan dan arus tiga *phase* yang telah diterima dan disimpan oleh



Thingspeak dapat dilihat dan diunduh salah satunya dalam format CSV yang dapat dikonversi ke MS Excel. Data berupa tegangan dan arus tiga *phase* yang berasal dari motor induksi tiga *phase* yang sudah diunduh ini dapat

digunakan untuk melakukan analisis berikutnya terhadap kinerja motor induksi tiga *phase*. Gambar 11 menunjukkan hasil tampilan pada Thingspeak dalam pengujian alat untuk memonitor tegangan dan arus pada motor induksi tiga *phase*.



Gambar 11. Hasil desain penampil tegangan dan arus tiga *phase* pada Thingspeak

### KESIMPULAN

Desain sistem telah dapat diimplementasikan untuk melakukan kegiatan *monitoring* tegangan dan arus pada motor induksi tiga *phase* menggunakan konsep IoT. Implementasi sistem terdiri atas hardware dan software yang bekerja untuk membaca besarnya tegangan AC tiga *phase* melalui sensor tegangan dan membaca arus tiga *phase* melalui sensor arus ACS712. Adanya

keterbatasan I/O analog pada pengolah data NodeMCU dapat diatasi dengan ekspansi I/O analog menggunakan *multiplexer* analog IC CD4051. Data tegangan dan arus tiga *phase* diolah oleh NodeMCU dan selanjutnya ditampilkan pada LCD dan dipublikasikan ke *web server* Thingspeak. Hasil pengujian sistem masih menunjukkan adanya perbedaan atau selisih antara data pengukuran menggunakan alat ukur

dengan data yang ditampilkan pada Thingspeak. Perbedaan cukup besar pada pengukuran arus menggunakan sensor ACS712 yang sangat rentan terhadap kestabilan tegangan keluaran sensor sehingga dapat dipertimbangkan untuk menggunakan sensor arus yang lainnya.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan (STTKD) Yogyakarta yang telah memberikan kemudahan dalam penggunaan laboratorium untuk penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Kemenristek Dikti yang telah mendukung dalam pembiayaan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Guo, T., Zhong, W., 2015, Design and Implementation of The Span Greenhouse Agriculture Internet of Things System, *Fluid Power Mechatronics (FPM) Int. Conf.*, pp. 398-401.
- Henry, 2017, *The ACS712 Current Sensor with An Arduino*, <http://henrysbench.cpnfatz.com/henrys-bench/arduino-current-measurements/the-ac712-current-sensor-with-an-arduino/>, diakses 02 Oktober 2017.
- Kumar, A., Mishra, A., Makula, P., 2015, Smart Robotic Assistant, *IEEE*, pp. 2-5.
- Lao, F., Li, G. X., 2014, The Design and Implementation of Crop Growing Environment Monitoring System Based on the Internet of Things, *Adv. Mater. Res.*, Vol. 912-914, pp. 1440-1443.
- Lee, C. H., Lai, Y. H., 2016, Design and Implementation of A Universal Smart Energy Management Gateway Based on The Internet of Things Platform, *IEEE Int. Conf. Consum. Electron. ICCE 2016*, No. 1, pp. 67-68.

Setiawan, A., 2015, *Rancang Bangun Sistem Monitoring Arus dan Tegangan Multichannel Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Mikrokontroler ATmega8535*, Jurusan Teknik Elektro Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Soliman, M., Abiodun, T., Hamouda, T., Zhou, J., Lung, C. H., 2013, Smart Home: Integrating Internet of Things with Web Services and Cloud Computing, *IEEE 5th Int. Conf. Cloud Comput. Technol. Sci.*, Vol. 2, pp. 317-320.

Wang, X., Liu, J., 2011, Design and Implementation for Ambulance Route Search Based on the Internet of Things, *Third Int. Conf. Commun. Mob. Comput.*, pp. 523-526.

#### BIODATA PENULIS

**Heru Susanto, S.Pd.T., M.Eng.**, lahir di Jepara pada tanggal 5 Februari 1983, menyelesaikan pendidikan S1 bidang Pendidikan Teknik Elektro dari Universitas Negeri Yogyakarta tahun 2005 dan S2 bidang Teknik Elektro dari Universitas Gadjah Mada tahun 2015. Saat ini bekerja sebagai Dosen Tetap pada Prodi S1 Teknik Kedirgantaraan, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan (STTKD) Yogyakarta dengan jabatan akademik Asisten Ahli pada bidang minat instrumen pesawat terbang dan mikrokontroler.

**Agus Murcahyo, S.T., M.Eng.**, lahir di Banjarnegara pada tanggal 1 Agustus 1983, menyelesaikan pendidikan S1 bidang Teknik Elektro dari Universitas Islam Indonesia tahun 2010 dan S2 bidang Teknik Elektro dari Universitas Gadjah Mada tahun 2015. Saat ini bekerja sebagai Dosen Tetap pada Prodi D3 Aeronautika, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan (STTKD) Yogyakarta dengan jabatan akademik Tenaga Pengajar pada bidang minat elektronika dan elektronika jaringan.