

RANCANG BANGUN MEMONITOR ARUS DAN TEGANGAN SERTA KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN WEB BERBASIS ARDUINO DUE

Resnu Mauliyana Mukti Wilutomo, Teguh Yuwono
Program Studi Diploma III Teknik Elektro
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

ABSTRACT

Resnu Mauliyana Mukti Wilutomo, Teguh Yuwono, 3 phase induction motor must work well and safely. Many types of interference have the potential to interfere with motor performance or even damage the motor itself, including due to power instability which includes imbalance between phase voltages and more phase currents. Monitoring an industrial activity especially monitoring the protection system is very important, it is intended that the disturbance that occurs in the 3 phase induction motor can be analyzed for the value and type of interference. Rapid technological development requires a monitoring system that is practical, fast and accurate. Sensors installed on this device are current sensors, voltage sensors, and speed sensors. The read, current, voltage and speed will be used as input signals to Arduino using the ADC (Analog to Digital Converter) process, Arduino programming uses C ++ language. ESP8266 wifi module) will upload the data from the ADC (Analog to Digital Converter) process to the database which is then displayed on the web using the available internet network. The web programming language used is PHP. This tool makes it easy to monitor a 3 phase induction motor because it can be done anytime and anywhere. There was a difference of $\pm 0.24A$ between the Tang Ampere measuring instrument and reading on the web. A $\pm 4V$ difference occurs between the Multimeter measuring instrument with readings on the Web. The maximum speed of the 3-phase induction motor with no load is 22Rpm between the tachometer gauge and the web display.

Keywords: voltage sensor, current sensor, speed sensor, C ++ language programming, PHP.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Motor induksi 3 fasa harus bekerja dengan baik dan aman. Banyak jenis gangguan yang berpotensi mengganggu kinerja motor atau bahkan merusak motor itu sendiri, diantaranya karena ketidakstabilan daya yang meliputi ketidakseimbangan tegangan antar fasa dan arus fasa lebih. Memonitor aktifitas industri khususnya memonitor gangguan pada motor induksi 3 fasa sangat penting, hal ini bertujuan agar gangguan yang terjadi pada motor induksi 3 fasa dapat di analisa nilai dan jenis gangguannya.

Teknologi yang berkembang sangat pesat menuntut suatu sistem memonitor yang praktis, cepat dan akurat. Memonitor aktifitas industri khususnya memonitor gangguan pada motor induksi 3 fasa memerlukan fasilitas memonitor dari jarak jauh, karena pada industri yang besar pasti banyak menggunakan motor induksi 3 fasa sebagai penggeraknya, sehingga memudahkan untuk memonitor gangguan yang terjadi. Internet menjadi solusi yang mudah, murah, dan cepat.

Sistem memonitor arus, tegangan dan kecepatan pada motor induksi 3 fasa menggunakan tampilan *web* dengan *Arduino Due* sebagai pengendali masukan dan keluaran menjadi solusi yang praktis, cepat dan akurat karena proses memonitor bisa dilakukan dimana saja dan kapan saja.

Permasalahan

Permasalahannya adalah sebagai berikut:

- Sensor Tegangan Yang Digunakan Adalah Rangkaian Pembagi Tegangan.
- Sensor Arus Yang Digunakan Adalah ACS712-5A
- Sensor Kecepatan Yang Digunakan Adalah *Optocoupler*
- Prinsip Kerja *Arduino Due* Dalam Mengolah Masukan Sensor Tegangan, Sensor Arus Dan Sensor Kecepatan Sehingga Bisa Menampilkan Nilai Pembacaan Pada *Web*.
- Pemrograman *Web* Yang Digunakan Adalah PHP.
- Perancangan Alat Ini Tidak Mencakup Pembahasan Secara Mendalam Rangkaian Dasar *Arduino*

Motor Induksi 3 Fasa

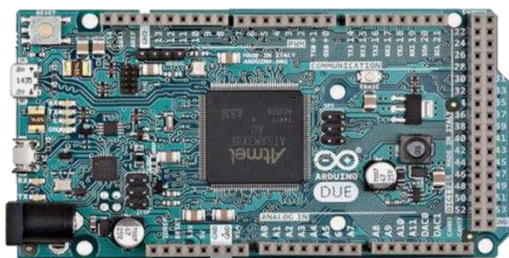
Motor listrik adalah suatu mesin listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi gerak menggunakan gandengan medan listrik dan mempunyai slip antara medan stator dan medan rotor. Stator adalah bagian dari mesin yang tidak berputar dan terletak pada bagian luar. Stator terbuat dari besi bundar berleminasi dan mempunyai alur – alur sebagai tempat meletakkan kumparan. Rotor adalah bagian dari mesin yang berputar bebas dan letaknya bagian dalam. Rotor terbuat dari besi leminasi yang mempunyai slot batang aluminium/ tembaga yang terhubung singkat pada ujungnya^[4].

Motor induksi memiliki beberapa prinsip kerja motor induksi^[4]:

- Apabila sumber tegangan 3 fasa dipasang pada kumparan medan stator, timbullah medan putar^[4].
- Medan putar stator tersebut akan memotong batang konduktor pada rotor^[4].
- Akibatnya, pada kumparan jangkar (rotor) timbul tegangan induksi (ggI) ^[4].
- Karena kumparan jangkar merupakan rangkaian tertutup ,ggI (E) akan menghasilkan arus (I) ^[4].
- Adanya arus (I) di dalam medan magnet menimbulkan gaya (F) pada rotor^[4].
- Bila kopel mula yang dihasilkan oleh gaya (F) pada rotor cukup besar untuk memikul kopel poros, rotor akan berputar searah dengan medan putar stator^[4].

Arduino Due

Arduino Due sesuai gambar 1 adalah varian papan pengembang mikrokontroler *Arduino* yang menggunakan *CPU Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3*. Dengan demikian, *Arduino Due* adalah *Arduino Development Board* pertama yang didasarkan pada mikrokontroler *ARM 32-bit*. Papan pengembang ini memiliki pin masukan/keluaran digital sebanyak 54 pin (12 di antaranya berkemampuan PWM), 12 pin masukan analog, 4 UART / *hardware serial port*, pencacah-waktu / *clock* berfrekuensi 84 MHz, koneksi dengan kemampuan USB OTG, 2 DAC (*digital-to-analog converter*), 2 TWI (*Two Wire Interface*, kompatibel dengan protokol I2C dari *Phillips*), soket *jack* catu daya standar (5,5/2,1mm), konektor *SPI header*, konektor *JTAG header*, tombol reset, dan sebuah tombol hapus (*erase button*)^[5].



Gambar 1. Board Arduino due^[5]

Sensor Tegangan

Sensor tegangan ini digunakan untuk mendapatkan nilai tegangan antar fasa sehingga dapat mengetahui besar tegangan antar fasa-fasa. Pada pembuatan sensor tegangan ini menggunakan transformator *step down* ,rangkain penyearah, dan rangkain pembagi tegangan^[1].

Rangkain sensor tegangan pada prinsipnya yaitu melakukan pencuplikan tegangan yang mengalir masuk ke sistem pengukuran, cara kerja sensor tegangan ini yaitu sensor tegangan diletakan paralel terhadap jaringan sumber. Rangkain ini pada ininya terdiri dari transformator *step down* berfungsi

menurunkan tegangan, rangkain penyearah,filter kapasitor, rangkain pembagi tegangan^[1].

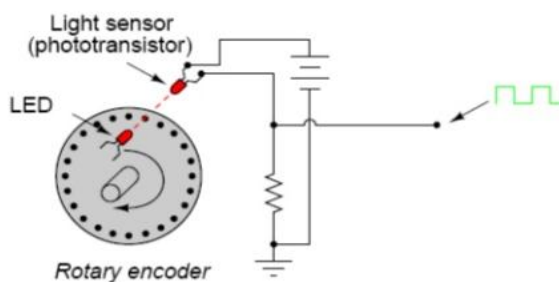
Sensor Arus

Sensor arus ini menggunakan ACS712-5A yang memiliki kemampuan arus sampai 5 *Ampere*. Keluaran dari ACS ACS712-5A adalah tegangan DC. Perubahan yang dihasilkan dari keluaran sensor arus ACS ACS712-5A ini sangat kecil sekitar 100 mV setiap perubahan 1 *Ampere* (sesuai *data sheet*)^[1].

Sensor arus ini adalah salah satu produk dari *allegro* untuk solusi ekonomis dan presisi dalam pengukuran arus AC maupun DC. Sensor ini memiliki presisi, *low-offset*, dan rangkain sensor *linier hall* dengan konduksi tembaga yang ditempatkan dengan permukaan dari aliran arus yang disensor. Ketika arus mengalir pada permukaan konduktor maka akan menghasilkan medan magnet yang dirasakan oleh IC *hall effect* yang terintegrasi kemudian oleh piranti tersebut dapat dirubah ke tegangan. Sensor ini memungkinkan untuk tidak menggunakan *optoisolator* karena antara terminal input arus dengan keluarannya sudah terisolasi secara kelistrikan^[1].

Sensor Kecepatan

Sensor kecepatan sesuai gambar 2 yang digunakan pada sistem ini adalah sensor *optocoupler*. Prinsipnya kerja sensor *Optocoupler* dengan kombinasi LED-*Phototransistor* adalah *Optocoupler* yang terdiri dari sebuah komponen LED (*Light Emitting Diode*) yang memancarkan cahaya infra merah (IR LED) dan sebuah komponen semikonduktor yang peka terhadap cahaya (*Phototransistor*) sebagai bagian yang digunakan untuk mendeteksi cahaya infra merah yang dipancarkan oleh IR LED^[6].

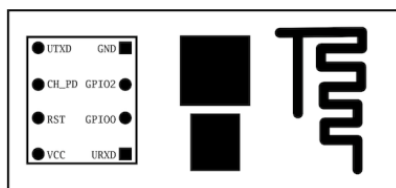


Gambar 2. Sensor optocoupler^[7]

Optocoupler terdiri dari dua bagian yaitu^[8] : Pada transmitter dibangun dari sebuah LED infra merah. LED infra merah memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap sinyal tampak. Cahaya yang dipancarkan oleh LED infra merah tidak terlihat oleh mata telanjang^[8]. Pada bagian receiver dibangun dengan dasar komponen phototransistor. Phototransistor merupakan suatu transistor yang peka terhadap tenaga cahaya unruk menangkap radiasi dari sinar infra merah^[8].

Modul Wifi Arduino ESP8266

ESP8266 sesuai gambar 3 merupakan modul *wifi* yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti *Arduino* agar dapat terhubung langsung dengan *wifi* dan membuat koneksi TCP/IP^[9].



Gambar 3. Modul Wifi Esp8266^[10]

Modul ini membutuhkan daya sekitar 3.3v dengan memiliki tiga mode *wifi* yaitu *Station*, *Access Point* dan *Both* (Keduanya). Modul ini juga dilengkapi dengan prosesor, memori dan GPIO dimana jumlah pin bergantung dengan jenis ESP8266 yang kita gunakan. Sehingga modul ini bisa berdiri sendiri tanpa menggunakan mikrokontroler apapun karena sudah memiliki perlengkapan layaknya mikrokontroler^[9].

Pengertian Web

Jika mengamati situs-situs yang ada di internet, maka akan terlihat bahwa halaman *web* yang ditampilkan bukan hanya halaman yang statis. Halaman-halaman *web* yang dinamis ini tidak mungkin dibuat dengan menggunakan perintah HTML. Untuk membuat situs yang dinamis diperlukan kemampuan pemrograman *web*. Banyak sekali bahasa pemrograman *web* pada sisi server. Salah satu pemrograman sisi server yang paling banyak digunakan adalah PHP^[11]. *Website* adalah keseluruhan halaman-halaman *web* yang terdapat dalam sebuah *domain* yang mengandung informasi. Sebuah *website* biasanya dibangun atas banyak halaman *web* yang saling berhubungan. Jadi dapat dikatakan bahwa, *website* adalah kumpulan halaman-halaman yang digunakan untuk menampilkan informasi teks, gambar diam atau gerak, animasi, suara, dan atau gabungan dari semuanya, baik yang bersifat statis maupun dinamis yang membentuk satu rangkaian bangunan yang saling terkait, yang masing-masing dihubungkan dengan jaringan-jaringan halaman^[12]. Hubungan antara satu halaman *website* dengan halaman *website* lainnya disebut dengan *hyperlink*, sedangkan teks yang dijadikan media penghubung disebut *hypertext*^[12].

PHP

PHP adalah kependekan dari PHP *Hypertext Preprocessor*, bahasa *interpreter* yang mempunyai kemiripan dengan bahasa C++ yang mempunyai

kesederhanaan dalam perintah, yang digunakan untuk pembuatan aplikasi *web*^[12].

HTML

HTML (*Hyper Text Markup Language*) adalah sebuah bahasa pemrograman atau *file* teks yang berisi *tag-tag markup* yang berguna untuk memberitahukan *browser* bagaimana harus menampilkan sebuah halaman *web*. Sebuah *file* HTML harus memiliki ekstensi *htm* atau *html*. HTML merupakan bahasa standar yang digunakan oleh *browser* internet untuk membuat halaman dan dokumen pada sebuah *web* yang kemudian dapat diakses dan dibaca layaknya sebuah artikel. HTML juga dapat digunakan sebagai *link* antara *file-file* dalam situs atau dalam komputer dengan menggunakan *localhost*, atau *link* yang menghubungkan antar situs dalam dunia internet^[11]. HTML (*Hypertext Markup Language*) merupakan standar bahasa yang digunakan untuk menampilkan dokumen *web*, yang bisa dilakukan dengan HTML yaitu^[11]:

- Mengontrol tampilan dari *web page* dan *content*^[11].
- Mempublikasikan dokumen secara *online* sehingga bisa diakses dari seluruh dunia^[11].
- Membuat *online form* yang bisa digunakan untuk menangani pendaftaran, transaksi secara *online*^[11].
- Menambahkan objek-objek seperti *image*, *audio*, *video* dan juga *java applet* dalam dokumen HTML^[11].

CSS

Cascading Style Sheets merupakan salah satu bahasa pemrograman *web* yang digunakan untuk mengendalikan beberapa komponen dalam sebuah *web* agar lebih terstruktur dan seragam. Sama halnya *styles* dalam aplikasi pengolahan kata seperti *Microsoft Word* yang dapat mengatur beberapa *style*, misalnya : *heading*, subbab, *bodytext*, *footer*, *images* dan *style* lainnya untuk dapat digunakan bersama-sama dalam beberapa berkas (*file*)^[11]. Pada umumnya CSS dipakai untuk memformat tampilan halaman *web* yang dibuat dengan bahasa HTML dan XHTML. CSS dapat mengendalikan ukuran gambar, warna bagian tubuh pada teks, warna tabel, ukuran *border*, warna *border*, warna *hyperlink*, warna *mouse over*, spasi antar paragraf, spasi antar teks, *margin* kiri, kanan, atas, bawah, dan parameter lainnya. CSS dapat didefinisikan juga sebagai bahasa *style sheet* yang digunakan untuk mengatur tampilan dokumen. Dengan adanya CSS memungkinkan untuk menampilkan halaman yang sama dengan format yang berbeda^[11].

Basis Data

Basis Data terdiri atas 2 kata, yaitu Basis dan Data. Basis kurang lebih dapat diartikan sebagai markas atau gudang, tempat bersarang atau

berkumpul. Sedangkan Data adalah representasi fakta dunia nyata yang mewakili suatu objek seperti manusia, barang, hewan, peristiwa, konsep, dan sebagainya, yang diwujudkan dalam bentuk angka, huruf, symbol, teks, gambar, bunyi, atau kombinasinya. Basis data sesungguhnya memiliki prinsip kerja dan tujuan. Prinsip utamanya adalah pengaturan data/arsip. Dan tujuan utamanya adalah kemudahan dan kecepatan dalam pengambilan kembali data/arsip. Untuk mengolah basis data pada sistem yang penulis bangun, penulis menggunakan MySQL yang menggunakan bahasa SQL (*Structured Query Language*) yang secara khusus digunakan dalam pemrograman dan desain untuk menangani penyimpanan data pada *My (RDBMS)*^[13].

Bahasa Basis Data

Bahasa basis data terdiri atas sejumlah perintah (*statement*) yang di formulasikan dan dapat diberikan user dan dikenali/diproses oleh DBMS untuk melakukan aksi tertentu. Sebuah bahasa basis data biasanya dapat dipilah kedalam dua bentuk yaitu^[13]:

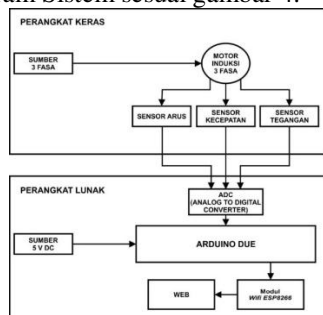
- DDL (*Data Definition Language*)
- DDL merupakan perintah SQL yang berhubungan dengan pendefinisian suatu struktur database, dalam hal ini database dan tabel. Perintah SQL yang termasuk dalam DDL adalah *CREATE, ALTER, RENAME, DROP*^[13].
- DML (*Data Manipulation Language*)
- DML merupakan perintah SQL yang berhubungan dengan manipulasi atau pengolahan data atau *record* dalam tabel. Perintah SQL yang termasuk dalam DML adalah *SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE*^[13].

MySQL

MySQL merupakan salah satu *database server* yang berkembang di lingkungan *open source* dan didistribusikan secara gratis dibawah lisensi GPL^[13].

PERANCANGAN SISTEM

Blok Diagram Sistem sesuai gambar 4.

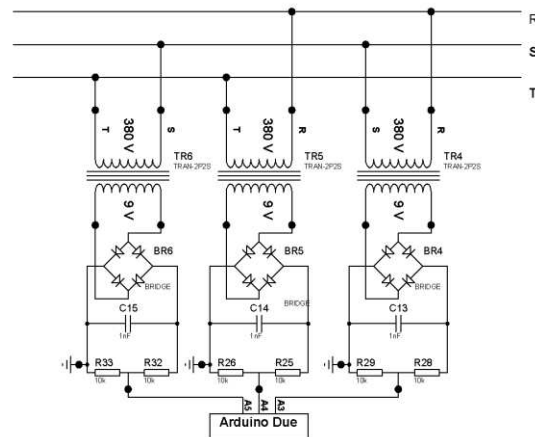


Gambar 4. Diagram blok sistem

Rangkaian Sensor Tegangan

Rangkaian sensor tegangan sesuai gambar 5 pada prinsipnya yaitu melakukan pencuplikan

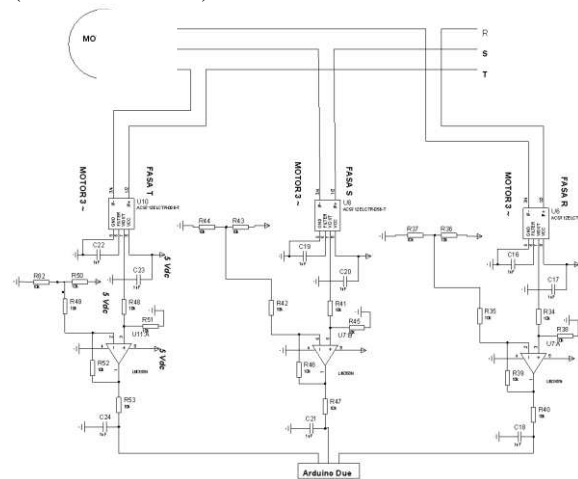
tegangan yang mengalir masuk ke sistem pengukuran, cara kerja sensor tegangan ini yaitu sensor tegangan diletakan paralel terhadap jaringan sumber. Rangkaian ini pada ininya terdiri dari transformator *step down* berfungsi menurunkan tegangan, rangkaian penyearah, filter kapasitor, rangkaian pembagi tegangan .



Gambar 5. Rangkaian Sensor Tegangan

Rangkaian Sensor Arus

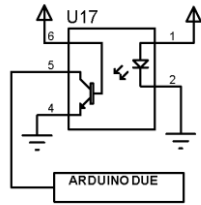
Sensor arus ini menggunakan ACS712-5A sesuai gambar 6 yang memiliki kemampuan arus sampai 5 *Ampere*. Keluaran dari ACS ACS712-5A adalah tegangan DC. Perubahan yang dihasilkan dari keluaran sensor arus ACS ACS712-5A ini sangat kecil sekitar 185 mV setiap perubahan 1 *Ampere* (sesuai *data sheet*).



Gambar 6. Rangkaian Sensor Arus.

Rangkaian Sensor Kecepatan

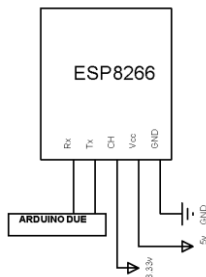
Prinsip kerja dari sensor *optocoupler* sesuai gambar 7 yaitu dengan kombinasi LED-*Phototransistor* adalah *Optocoupler* yang terdiri dari sebuah komponen LED (*Light Emitting Diode*) yang memancarkan cahaya infra merah (IR LED) dan sebuah komponen semikonduktor yang peka terhadap cahaya (*Phototransistor*) sebagai bagian yang digunakan untuk mendeteksi cahaya infra merah yang dipancarkan oleh IR LED.



Gambar 7. Rangkaian Sensor optocoupler

Rangkaian modul wifi ESP8266

Modul *wifi* sesuai gambar 8 digunakan sebagai komunikasi data antara mikrokontroler ke basis data . modul *wifi* ini akan mengunggah data pembacaan dari sensor arus, sensor tegangan, dan sensor kecepatan yang telah diolah oleh mikrokontroler ke basis data menggunakan jaringan internet atau jaringan *wifi* yang tersedia.



Gambar 8. Rangkaian modul wifi ESP8266

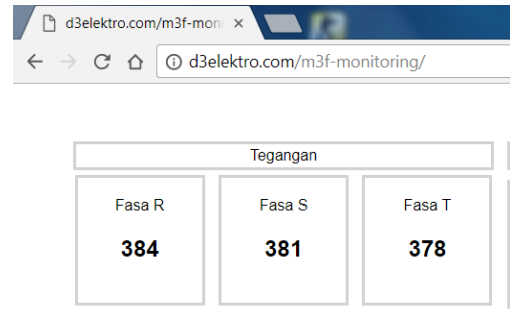
Modul *wifi* ini akan dihubungkan pada *Arduino Due* yang masuk pada *pin digital I/O 14* dan *pin digital I/O 15*.

PENGUKURAN DAN PERCOBAAN

Dalam melaksanakan suatu pengukuran dan pengujian alat, langkah pertama yang dilakukan adalah menyiapkan seluruh peralatan dan komponen yang akan dipasang untuk pengoperasian peralatan tersebut serta alat yang digunakan untuk mengukur dan menguji. Pengukuran dan pengujian hasil rancangan adalah bagian terpenting dari suatu perancangan. Percobaan dan pengukuran alat bertujuan untuk mendapatkan data yang benar pada titik-titik pengukuran dari alat yang telah dibuat, sehingga mempermudah menganalisis sistem dan memperbaiki kerusakan-kerusakan yang mungkin terjadi pada saat sistem bekerja.

Hasil Perbandingan Pembacaan Tegangan Pada Alat Ukur Multimeter Dengan Pembacaan Pada Web

Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah pembacaan pada tampilan *web* sudah sesuai dengan pembacaan pada alat ukur multimeter sesuai gambar 9. Pengujian ini akan menampilkan sampel pembacaan pada alat ukur dengan pembacaan pada tampilan *web* seperti tabel 1.



Gambar 9. Tampilan Pembacaan Tegangan antar fasa pada Web

Tabel 1. Sampel Perbandingan Pembacaan Tegangan Pada Alat Ukur Dengan Tampilan Web Terhadap Tegangan Antar Fasa.

No	Pembacaan Alat Ukur			Pembacaan Pada Tampilan Web		
	V _{RS} (volt)	V _{ST} (volt)	V _{TR} (volt)	V _{RS} (volt)	V _{ST} (volt)	V _{TR} (volt)
1	370	380	373	373	381	374
2	375	380	377	377	381	379
3	374	380	375	377	381	377
4	365	380	368	369	381	371
5	380	380	382	384	381	378

Pada tabel 1 tersebut bisa disimpulkan selisih antara pembacaan nilai tegangan antara alat ukur dengan tampilan pada *web* mempunyai selisih ± 4 V.

Hasil Perbandingan Pembacaan Arus Pada Alat Ukur Dengan Pembacaan Pada Web

Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah pembacaan pada tampilan *web* sudah sesuai dengan pembacaan pada alat ukur tang *ampere*. Pengujian ini akan menampilkan sampel pembacaan pada alat ukur dengan pembacaan pada tampilan *web* seperti tabel 2.

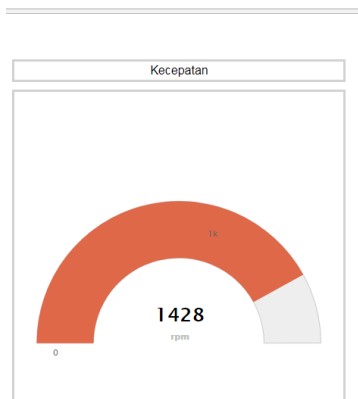
Tabel 2. Pembacaan Alat Ukur tang *ampere* Dengan Tampilan Web Terhadap Arus Fasa.

No	Pembacaan Alat Ukur			Pembacaan Pada Tampilan Web		
	I _{RS} (A)	I _{ST} (A)	I _{TR} (A)	I _{RS} (A)	I _{ST} (A)	I _{TR} (A)
1	0	0	0	0	0	0
2	0,52	0,51	0,52	0,54	0,56	0,55
3	0,71	0,70	0,73	0,74	0,71	0,77
4	0,91	0,90	0,92	0,96	0,95	0,97
5	0,9	1,0	0,9	0,86	1,14	0,87

Pada tabel 2 tersebut bisa disimpulkan selisih pembacaan nilai tegangan antara alat ukur dengan tampilan pada web mempunyai $\pm 0,07$ A.

Hasil Perbandingan Pembacaan Kecepatan Pada Alat Ukur Tachometer Dengan Pembacaan Pada Web

Hasil Perbandingan Pembacaan Kecepatan Pada Alat Ukur *Tachometer* Dengan Pembacaan Pada *Web* ditunjukkan oleh tabel 3. Pengujian ini akan menampilkan sampel pembacaan pada alat ukur dengan pembacaan pada tampilan *web* seperti gambar 9.



Gambar 9. Tampilan Pembacaan kecepatan pada *Web*

Tabel 3. Selisih Pembacaan Alat ukur *Tachometer* dengan tampilan pada *web*

No	<i>Tachometer</i> (RPM)	<i>Web</i> (RPM)
1	1450	1428

Pembacaan Antara alat ukur *tachometer* dengan pembacaan *web* berbeda 22 RPM.

Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan, pembuatan benda kerja dan percobaan ini, maka penyusun dapat memberikan simpulan sebagai berikut :

- Terjadi Perbedaan $\pm 0,24$ A antara alat ukur *Tang Ampere* dengan pembacaan Pada *web*.
- Terjadi Perbedaan ± 4 V antara alat ukur *Multimeter* dengan pembacaan Pada *Web*.
- Kecepatan maksimum motor induksi 3 fasa tanpa beban berbeda 22Rpm antara alat ukur *tachometer* dengan tampilan *web*.
- Terdapat jeda waktu antara pembacaan sensor kecepatan pada *web* dengan pembacaan *tachometer* karena kecepatan internet yang dipakai kurang stabil.
- Pada tampilan tabel *web* harus di muat ulang apabila ingin melihat nilai pembacaan sensor terbaru.
- *Arduino Due* bisa mengirim data ke tampilan *web* selama modul *wifi* ESP8266 terkoneksi dengan jaringan internet.

DAFTAR PUSTAKA

1. Mahardika, Ferdina . 2016. **Rancang Bangun Alat Memonitor Ketidakstabilan Daya Berbasis Arduino Mega 2560 Pada Motor Induksi 3 Fasa**. Semarang : Laporan Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Diponegoro.
2. Girsang, Irma Sika. 2015. **Perancangan Monitoring Jarak Jauh Ketinggian Air Pada Bendungan Menggunakan Sistem Android Via Jaringan Wi-Fi**. Sumatera utara : Jurnal Ilmiah Ekstensi Fisika Instrumentasi FMIPA Universitas Sumatera Utara.
3. Santoso, Imam , Rizal Isnanto, R, Chaerodin, Achmad. 2008. **Sistem Monitoring Suhu Berbasis Web Dengan Akuisisi Data Melalui Port Paralel PC**. Semarang : Laporan Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Diponegoro.
4. Zuhail. 2000. **Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya**. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
5. Arduino. **Arduino due**. 12 Mei 2017 pukul 21.40.(<https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardDue>).
6. Kho, Dickso . **Pengertian dan prinsip kerja optocoupler**. 12 Mei 2017 pukul 20.20. (<http://teknikelektronika.com/pengertian-optocoupler-fungsi-prinsip-kerja-optocoupler>).
7. Quang, Sng Bi. **Rotary Encoder Training Material**. 12 mei 2017 pukul 22.15. (<https://www.slideshare.net/sangbuiquang3/rotary-encoder-training-material>).
8. Sugito, Tega.2016. **Rancang Bangun Pemasangan Star Delta Pada Motor Induksi Tiga Fasa Berbasis Sensor Kecepatan Menggunakan Mikrokontroler Atmega 16** .Semarang : Laporan Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Diponegoro
9. Widiyaman, Tresna . **Pengertian Modul Wifi ESP8266**. 11 Mei 2017 pukul 16.50. (<http://www.Warriornux.com/pengertian-modul-wifi-esp8266/>).
10. Labradoc. **ESP8266 WiFi Module Quick Start Guide**. 10 Mei pulul 17.40. (<http://www.labradoc.com/i/follower/p/notes-esp8266>).
11. Prasetyo, Andhi. 2012. **Buku Pintar Pemrograman Web**. Jakarta: Media K.
12. Hidayat, Rahmat. 2010. **Cara Praktis Membangun Website Gratis**. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
13. Fathansyah. 2012. **Basis Data**. Bandung: Informatika Bandung.