

**IMPLEMENTASI INTERNET OF THING (IOT) PADA PROTOTYPE
KONTROL DAN MONITORING SISTEM DISTRIBUSI LISTRIK
UNBALANCE TIGA PHASA**

Huda Yusroni Ar Rizki, Suhanto, Prasetyo Iswahyudi
Program Studi D3 Teknik Listrik Bandara, Politeknik Penerbangan Surabaya
Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236
Email: yusronirizki@gmail.com

ABSTRAK

Pada sistem distribusi listrik 3 phase, sering mengalami akan ketidakseimbangan beban. Hal ini dikarenakan penambahan maupun pemakaian beban-beban listrik yang tidak memperhatikan ketidakseimbangan pada sistem. Menurut PUIL 2011 sistem distribusi unbalance meliputi ketidakseimbangannya arus antar phase dengan ketentuan sampai dengan nilai toleransi 10%. Oleh karena itu, pada tugas akhir kali ini dibuat prototype sistem kontrol dan monitoring yang dapat memudahkan atau meningkatkan kehandalan dalam mengontrol dan monitoring sistem distribusi unbalance serta parameter daya secara real time dan dilengkapi dengan beberapa indikator. khususnya untuk pemantuan sistem rancangan alat ini menggunakan *website* yang dapat diakses melalui Smartphone maupun PC (Personal Computer) sebagai sistem monitoring dan kontrol nya. Sensor arus dan tegangannya menggunakan sensor PZEM-004t sebagai komponen utama dan dalam pembacaan arus dan tegangan sensor dapat membaca dengan baik dengan selisih 0,1 A dengan alat ukur. kemudian data diolah oleh Arduino Mega 2560, dimana hasilnya kemudian ditampilkan dalam *website* dengan selang waktu 9 sampai 10 detik yang mana akan di hubungkan dengan Modul Wifi ESP 8266. Monitoring yang dilakukan menghasilkan hasil printout dengan selang waktu 5 detik sekali melakukan pencatatan dan teknisi dapat menjadikanya laporan perkembangan sistem distribusi listrik tiap bulan.

Kata kunci : Unbalance, Website, Sensor PZEM-004t, Aduino Mega 2560, Modul Wifi 8266.

ABSTRACT

In a 3 phase electrical distribution system, there will often be load imbalances. This is due to the addition or use of electrical loads that do not pay attention to the imbalance in the system. According to PUIL 2011 the unbalance distribution system includes an unbalanced current between phases with provisions up to a tolerance value of 10%. Therefore, in this final project, a control and monitoring system prototype is made that can facilitate or increase reliability in controlling and monitoring unbalance distribution systems and power parameters in real time and equipped with several indicators. especially for monitoring the system design of this tool using a website that can be accessed via a Smartphone or PC (Personal Computer) as a monitoring and control system. The current and voltage sensors use PZEM-004t as the main component in current and voltage readings that can read well with a difference of 0.1 A with a measuring instrument. then processed by Arduino Mega 2560, where the results are then displayed on the website with an interval of 9 to 10 seconds which is connected to the ESP 8266 Wifi Module. The monitoring carried out produces printouts with an interval of 5 seconds once recording which technicians can make progress reports electricity distribution system every month.

Keyword : Unbalance, Website, PZEM-004t, Arduino Mega 2560, Modul Wifi 8266,

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan sumber tenaga yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan manusia pada saat ini. Hampir semua peralatan dengan teknologi yang semakin berkembang membutuhkan energi listrik, sehingga energi listrik menjadi kebutuhan primer atau pokok. Energi listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting, baik untuk kehidupan sehari-hari maupun untuk kebutuhan industri. Hal ini disebabkan karena energi listrik mudah dikonversikan ke dalam bentuk energi maupun tenaga lain. Oleh karena itu, stabilitas sistem pendistribusian energi listrik harus terjaga supaya dapat digunakan oleh konsumen. Kontinuitas penyaluran energi listrik merupakan salah satu aspek penting untuk mendapatkan keandalan suatu sistem. Keandalan sistem yang baik harus diperhatikan, sistem distribusi maupun sistem jaringan yang terdapat pada beban. Dengan adanya sistem distribusi listrik di perlukan pula sistem kontrol dan monitoring yang berfungsi sebagai pengaman untuk menghindari terjadinya kerusakan pada peralatan yang ketika digunakan dan mempermudah teknisi dalam memonitoring. Salah satu sistem yang perlu di kontrol dan monitoring adalah sistem distribusi listrik 3 fasa. Listrik 3 fasa adalah listrik AC (*alternating current*) yang menggunakan 3 penghantar yang mempunyai tegangan sama tetapi berbeda dalam sudut fasa sebesar 120 derajat. Pada istilah umum di Indonesia, sistem 3 fasa ini lebih familiar dengan nama R-S-T (*Phase line 1, Phase line 2, Phase line 3*) untuk tiap penghantar fasanya, serta Nol (*line Netral*) untuk penghantar netral. Dan dalam sistem 3 fasa ada dua macam tegangan listrik yang di kenal dalam sistem 3 fasa yaitu tegangan antar fasa dan fasa ke netral. Dengan penggunaan daya yang besar tentunya di karenakan jumlah beban yang besar, dan beban tersebut di bagi dengan sumber 3 fasa. Dalam pembagian beban tersebut seringkali terjadi ketidak seimbangan (*unbalance*) beban pada sistem distribusi. Dengan tidak seimbangnnya beban akan menyebabkan terjadinya *over voltage* (lonjakan teggangan) maupun *overcurrent*

(lonjakan arus) atau penurunan tegangan maupun arus pada fasa.

Menurut PUIL 2000, adapun hal yang perlu di perhatikan pada sistem distribusi listrik yaitu tegangan dan toleransi tegangan, pemutusan tegangan, frekuensi dan toleransi frekuensi, dan arus maksimum yang di iijinkan. Dampak distribusi listrik 3 fasa yang *unbalance* sangatlah kompleks, dari sisi teggangan dan arus, akan mempengaruhi peralatan elektronika dan akan berdampak buruk apabila *unbalance* sendiri tidak segera di tangani. Keseimbangan beban antar phase diperlukan untuk pemerataan beban sehingga meminimalkan perubahan yang diakibatkan oleh beban penuh. Hal ini juga penting karena bermanfaat pada teknik optimasi untuk menghasilkan sistem yang handal dan efisien. Sebuah konfigurasi 1 phase dengan 3 kabel dapat dikatakan tidak seimbang jika arus netral tidak bernilai nol. Hal ini terjadi karena beban yang dikoneksikan, antara phase dan neutral tidak sama.

Oleh karena itu, untuk membuat suatu kemudahan diperlukan dan dikembangkanlah sebuah sistem yang dapat mengontrol dan memonitoring sistem distribusi listrik *unbalance* secara *real time* dan dapat termonitor sewaktu waktu jika dibutuhkan. Dengan kehadiran internet memunculkan media baru yang dapat dikontrol dan dapat memonitor sampai dengan jarak jauh secara cepat, tepat dan bersamaan dengan biaya yang murah. *Real time* sendiri adalah suatu sistem yang dalam proses kerjanya memerlukan ekspresi waktu nyata. Selain itu, dengan adanya rancangan ini diharapkan dapat mempermudah teknisi yaitu untuk bisa mengetahui sistem distribusi listrik secara langsung dari tampilan sebuah *web* yang tentunya cukup praktis dan dapat diakses dimana saja. Dalam sistem monitoring tersebut teknisi dapat melihat nilai arus, tegangan maupun frekuensi dan juga presentase nilai beban antar phasa. Sehingga saat teknisi ingin menambahkan beban pada sistem distribusi tersebut, teknisi dapat mengetahui phasa mana yang boleh diberi penambahan beban. Berikut rumusan masalah yang dapat penulis rangkum

1. Bagaimana cara memonitoring dari jarak jauh distribusi listrik 3 phase melalui *website*?
2. Bagaimana cara mengontrol dari jarak jauh sistem distribusi listrik 3 phase saat terjadinya *unbalance* pada sebagian beban melalui *website*?
3. Berapa persen toleransi ketentuan selisih arus antar phase yang boleh dihasilkan dari sistem distribusi listrik 3 phase?

Mengacu pada identifikasi masalah di atas, maka ruang lingkup akan dibatasi pada pokok permasalahan yaitu:

1. Simulasi monitoring sistem distribusi listrik hanya pada arus, tegangan dan frekuensi melalui *website* dengan menggunakan sensor PZEM-004t
2. Simulasi control pada sistem distribusi listrik yang mengalami *unbalance* hanya dilakukan pada sebagian beban melalui *website*
3. Rancangan ini berbentuk prototype yang menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560

Tujuan dari perancangan alat ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menerapkan perkembangan teknologi untuk kontrol dan *monitoring* pendistribusian listrik jarak jauh melalui web
2. Untuk mengetahui nilai arus dan tegangan serta parameter daya yang menuju beban
3. Untuk mengetahui gangguan arus atau beban berlebih (*overload / overcurrent*) melalui indikator

Manfaat yang bisa kita dapat dari perancangan alat ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk memudahkan teknisi dalam mengontrol pendistribusian listrik pada *tenant* tanpa harus ke lapangan
2. Sebagai optimalisasi dari kemajuan peserta diklat Program Studi Teknik Listrik Bandar Udara dalam mendalami materi yang didapat dan bermanfaat dimasa mendatang dikala terjun dalam dunia kerja
3. Dapat sebagai pijakan bagi peneliti yang akan datang terkait permasalahan yang berhasil diidentifikasi oleh peneliti.

TINJAUAN PUSTAKA

Distribusi Listrik

Tenaga listrik disalurkan ke masyarakat melalui jaringan distribusi. Oleh sebab itu jaringan distribusi merupakan bagian jaringan listrik yang paling dekat dengan masyarakat. Jaringan distribusi dikelompokkan menjadi dua, yaitu jaringan distribusi primer dan jaringan distribusi sekunder. Tegangan distribusi primer yang dipakai PLN adalah 20 kV, 12 kV, 6 KV. Pada saat ini, tegangan distribusi primer yang cenderung dikembangkan oleh PLN adalah 20 kV. Tegangan pada jaringan distribusi primer, diturunkan oleh gardu distribusi menjadi tegangan rendah yang besarnya adalah 380/220 V, dan disalurkan kembali melalui jaringan tegangan rendah kepada konsumen. Dalam operasi sistem tenaga listrik sering terjadi gangguan - gangguan yang dapat mengakibatkan terganggunya penyaluran tenaga listrik ke konsumen. Suatu gangguan di dalam peralatan listrik didefinisikan sebagai terjadinya suatu kerusakan di dalam jaringan listrik yang menyebabkan aliran arus listrik keluar dari saluran yang seharusnya.

Daya Listrik

Satuan daya listrik dalam SI adalah Watt, yang didefinisikan sebagai berubahnya energi terhadap waktu dalam bentuk tegangan dan arus. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya dalam watt diserap oleh suatu beban pada setiap saat sama dengan jatuh tegangan pada beban tersebut (volt) dikalikan dengan arus yang mengalir lewat beban (ampere). Daya dinyatakan dalam P, Tegangan dinyatakan dalam V dan Arus dinyatakan dalam I.

Arduino

Pada penelitian ini penulis menggunakan Arduino Mega 2560. Arduino Mega 2560 R3 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port

hardware). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, jack power DC, ICSP header, dan tombol reset. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Dengan penggunaan yang cukup sederhana, tinggal menghubungkan power dari USB ke PC atau melalui adaptor AC-DC ke jack DC.

Sensor Arus

Sensor PZEM-004T adalah sebuah modul elektronik yang berfungsi untuk mengukur : Voltage / Tegangan, Arus, Daya, Frekuensi, Energi dan Power Faktor. Dengan kelengkapan fungsi / feature ini, maka modul PZEM-004T sangat ideal untuk digunakan sebagai project maupun eksperimen alat pengukur daya pada sebuah jaringan listrik seperti rumah atau gedung. Modul PZEM-004T diproduksi oleh sebuah perusahaan bernama Peacefair, ada yang model 10 Ampere dan 100 Ampere. Harap berhati-hati karena wiring antara yang model 10 Ampere dengan 100 Ampere berbeda, jika salah bisa terjadi konslet atau hubungan arus pendek pada jaringan listrik.

LCD (Liquid Cristal Display)

LCD (Liquid Cristal Display) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

Relai

Relai adalah suatu elektrik dioperasikan saklar. Banyak relai menggunakan elektromagnet untuk mengoperasikan mekanisme *switching* mekanis, tetapi prinsip-prinsip operasi lain juga digunakan. Relai digunakan di mana perlu untuk mengendalikan sirkuit dengan sinyal rendah daya (dengan isolasi listrik lengkap antara kelompok kontrol dan sirkuit dikendalikan), atau di mana

beberapa sirkuit harus dikontrol oleh satu sinyal. Relay pertama digunakan dalam jangka sirkuit telegraf jarak jauh, mengulang sinyal yang masuk dari satu rangkaian dan kembali menularkan kepada yang lain. Relai digunakan secara luas dalam pertukaran telepon dan komputer awal untuk melakukan operasi logis.

Module Wifi ESP8266

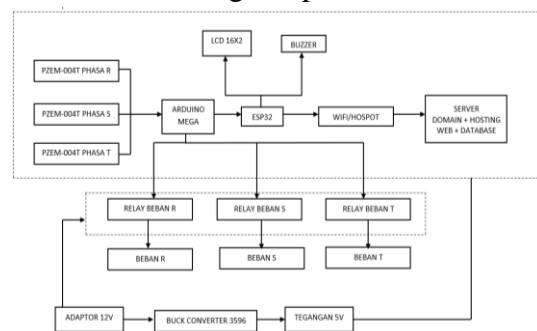
Module Wifi ESP8266 merupakan modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Modul ini membutuhkan daya sekitar 3.3v dengan memiliki tiga mode wifi yaitu Station, Access Point dan Both (Keduanya). 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

Web Server

Web server merupakan sebuah perangkat lunak *server* yang berfungsi menerima permintaan HTTP atau HTTPS dari klien yang dikenal dengan *web browser* dan mengirimkan kembali hasilnya dalam bentuk halaman web yang umumnya berbentuk dokumen HTML.

PERANCANGAN

Disini penulis akan menjelaskan secara garis besar tentang konsep dasar rancangan. Berikut ini adalah diagram penelitian:

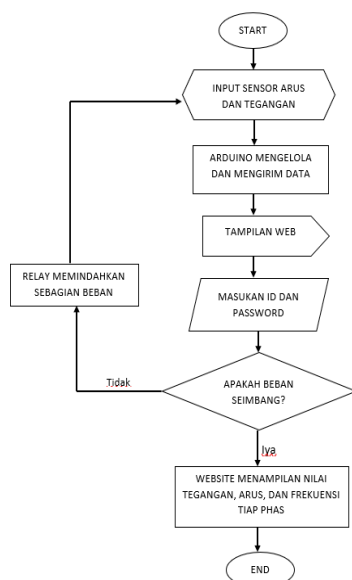


Gambar 3.1 Blok Diagram Perencanaan

Pada blok diagram rancangan alat dapat dijelaskan, bahwa sensor PZEM-004t akan dibaca oleh mikrokontroler yang kemudian data akan diupload pada *web* melalui ESP 8266 yang dapat diakses di *web*, untuk menghubungkan dengan mikrokontroler penulis menambahkan modul wifi sebagai alat komunikasi jarak jauh. Kemudian untuk sistem kontrol dapat dilihat dari blok diagram rancangan alat diatas dimana hasil data pada *web* teknisi dapat mengontrol sebagian beban. Saat hasil monitoring menunjukkan *unbalance* maka teknisi dapat mengontrol melalui *web*. Dimana *web* sendiri akan memberi data berupa perintah kepada mikrokontroler melalui konektivitas modul wifi.

Setelah data perintah dari *web* diterima perangkat mikrokontroler, mikrokontroler akan memberikan data output berupa tegangan DC yang kemudian akan dikirim pada komponen *relay*. *Relay* akan menerima hasil output tegangan dari mikrokontroler, sehingga *relay* dapat mengubah saklar yang mula-mula NO menjadi NC ataupun sebaliknya. *Output relay* sendiri sudah diatur untuk dapat memindahkan sebagian beban pada tiap fasa.

Berikut merupakan diagram alir yang penulis buat:



Gambar 3.2 Diagram Alir Perencanaan

Bedasarkan diagram alur. Proses awal dimulai dari masukan (input) sensor berupa pembacaan nilai arus dan tegangan yang diteruskan ke mikrokontroler supaya data sensor berubah menjadi data digital. Data yang sudah diolah oleh Arduino mega kemudian diupload ke website melalui modul wifi ESP8266. Petugas teknisi dapat mengakses website tersebut dan dilanjutkan login data untuk masuk ke halaman selanjutnya. Apabila username dan password salah, maka tidak bisa melanjutkan ke halaman selanjutnya. Setelah berhasil login, ada beberapa indikator yang tersedia. Apabila mengalami *Unbalance* teknisi dapat memindahkan sebagian beban. Untuk opsi control dapat mengendalikan melalui *web*. Selain itu operator juga dapat memantau nilai arus, tegangan, dan daya yang masuk melalui website.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, dipaparkan hasil pengujian yang telah dilakukan beserta pembahasannya. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat sesuai dengan perencanaan atau belum. Pengujian dilakukan tiap-tiap komponen. Berikut merupakan hasil dari pengujian yang telah dilakukan :

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Sensor Arus

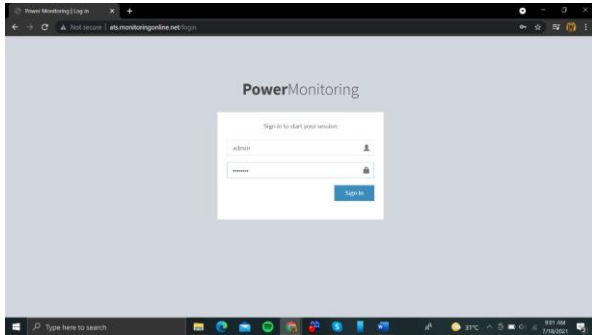
| Beban (Lampu 75 Watt) | Pembacaan Sensor (V) | | | Pembacaan Alat Ukur (V) | | | Pembacaan Sensor (A) | | | Pembacaan Alat Ukur (A) | | |
|-----------------------------|-------------------------|-------|-------|-------------------------------|-------|-------|-------------------------|-------|-------|-------------------------------|-------|-------|
| | Uji 1 | Uji 2 | Uji 3 | Uji 1 | Uji 2 | Uji 3 | Uji 1 | Uji 2 | Uji 3 | Uji 1 | Uji 2 | Uji 3 |
| Phasa R | 225 | 222 | 226 | 224 | 221 | 225 | 0,98 | 0,98 | 0,99 | 0,97 | 0,97 | 0,98 |
| Phasa S | 225 | 222 | 226 | 224 | 221 | 225 | 0,97 | 0,98 | 0,99 | 0,96 | 0,98 | 0,98 |
| Phasa T | 226 | 223 | 226 | 225 | 222 | 225 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,96 | 0,96 | 0,96 |

Dari rangkaian pengujian di atas maka dapat disimpulkan sensor Tegangan PZEM-004t ini dapat bekerja dengan baik meskipun terdapat selisih dari hasil pembacaan sensor, untuk sensor ini masih berfungsi sebagai mestinya, namun untuk kalibrasinya kurang presisi, untuk pembacaan paling rendah yaitu 222 V dan paling besar yaitu 233 V

PROSIDING

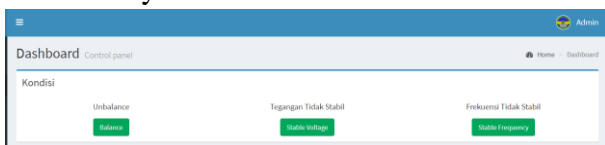
SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548-8112



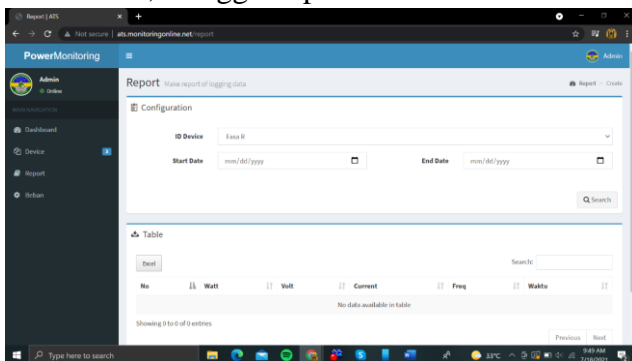
Gambar 4.1 Tampilan awal pada Website

Dari sistem yang penulis rancang telah dapat dipastikan bahwa seluruh sistem bekerja dan dapat berjalan dengan yang diharapkan, adapun tampilan awal website yang mana terdapat ID dan password yang harus dimasukan oleh teknisi agar supaya dapat memonitoring dan mengontrol sistem distribusinya.



Gambar 4.2 Indikator pada website

Terdapat 3 indikator yang terdapat pada website antara lain : Gangguan beban tidak seimbang (*unbalance*) , Gangguan tegangan tidak stabil, Gangguan pada Frekuensi.



Gambar 4.3 Hasil Printout tiap phase

Pada pengujian simulasi monitoring daya ini, penulis menggunakan beban yang statis, yaitu lampu pijar. Adapun hasil monitoring daya pada beban ini dapat dilihat pada grafik konsumsi daya pada website. Pada tiap phase

nya pun terdapat history printout, dimana teknisi dapat melihat dan mengamati perkembangan dari sistem distribusi listrik 3 phase setiap waktunya yang tercatat dalam kurun waktu jeda 5 detik. Untuk pengontrolan gangguan beban tidak seimbang teknisi dapat mengontrolnya pada website yakni dimana sebagian beban pada masing-masing phase dapat diatur. Apabila hasil monitoring menunjukkan *unbalance*, pada phase yang berlebih beban akan dipindahkan pada phasayag bernilai lebih kecil. Sehingga selisih dari presentase antar phase dapat diperkecil yang mana pada pada PUIL 2011 sudah dijelaskan bahwa presentase selisih arus antar tiap phase berkisar 10%.



Gambar 4.4 Alat Kesseluruhan

PENUTUP

Simpulan

Setelah merancang sistem kontrol dan *monitoring* pendistribusian listrik pada *tenant* di terminal bandar udara via web berbasis arduino yang telah dijelaskan pada bab – bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Rancangan Prototype ini dapat berjalan dengan semestinya yaitu dapat memonitoring arus, tegangan dan frekuensi pada tiap phasanya maupun mengontrol pemindahan sebagian beban saat terjadi *unbalance* melalui website
2. Selama melaksanakan percobaan pada

sensor PZEM-004t antara pembacaan yang dilakukan alat ukur dan website mempunyai perbedaan antara 0,1A. Hal ini disebabkan oleh pembacaan yang kurang stabil. Pembacaan sensor arus dan tegangan membutuhkan waktu 9 sampai 10 detik untuk ditampilkan pada website. Hasil printout yang didapat pada tiap phasanya. Tercatat dan dapat diunduh pada website dengan selang waktu 5 detik sekali melakukan pencatatan sehingga memudahkan teknisi untuk melihat perkembangan sistem distribusi listriknya.

3. Rancangan prototype ini dapat meminimalisir toleransi selisih antar fasa dengan ketentuan yang berlaku yaitu 10%

Saran

Dari perancangan, pembuatan, dan pengujian pada rancangan ini, terdapat beberapa saran, yaitu :

1. Pada rancangan prototype ini gangguan unbalance hanya terdeteksi bila mana beban perphasa tidak seimbang. Untuk kedepannya bisa mendekteksi gangguan unbalance yang disebabkan oleh sisi sumber yang berbeda.
2. Pada rancangan alat ini, penulis hanya menggunakan beban lampu untuk kedepannya bisa dikembangkan dengan menggunakan beban yang memiliki arus lebih besar dengan pembagian beban yang lebih variatif.
3. Arduino sendiri masih memiliki kelemahan dalam pengambilan data, waktu maksimal Arduino dalam mengolah data dan di kirim pada modul wifi esp 8266 adalah 1 menit. Sehingga tidak di dapati data real time. Di sini penulis menyarankan kedepannya untuk menggunakan modul kontroler yang lebih handal, seperti PLC.
4. Dalam pembacaan sensor PZEM-004t masih kurang presisi jika di dibandingkan dengan alat ukur. Kedepannya bisa di kembangkan dengan sensor yang lebih sensitif dan presisi dalam pembacaan nilai arus dan tegangan

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- [1] Doringin FJ, Walukow SB, Budiman MJ, Kunci K. Sistem Monitoring Keseimbangan Beban 3 – Phasa Berbasis Arduino Uno. (1):8–13.
- [2] PUIL 2000. Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000). DirJen Ketenagalistrikan. 2000;2000(Puil):1–133.
- [3] Standar Nasional Indonesia BSN. Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011). DirJen Ketenagalistrikan. 2011;2011(PUIL):1–133.
- [4] Gakepakeak. Disusun Oleh : Disusun Oleh : Pelaks Pekerj Galian Divers Tunn Dengan Metod Blasting Pada Proy Pembang Bendungan Leuwikeris Paket 3, Kabupaten Ciamis Dan Kabupaten Tasikmalaya Jawa Barat. 2018;1(11150331000034):1–147.

Jurnal

- [1] Lucky Aggazi Subagyo. SISTEM MONITORING ARUS TIDAK SEIMBANG 3 FASA BERBASIS ARDUINO UNO Lucky Aggazi Subagyo Bambang Suprianto. J Tek Elektro [Internet]. 2017;06:213–21. Available from: luckyaggazi@gmailcom
- [2] Julius Sentosa Setiadji, Tabrani Machmudsyah, Yanuar Isnanto. Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi. J Tek Elektro [Internet]. 2007;7(2):68–73. Availablefrom:<http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/elk/article/view/16701>
- [3] Agus Semara Putra IP, Wijaya IK, Mataram IM. Pemerataan Beban Pada Gardu Kd 056 Penyulang Tabanan Pt Pln (Persero) Distribusi Bali Area Bali Selatan. J SPEKTRUM. 2018;5(1):82.
- [4] Permadi, Yookie Y. Sistem Online Monitoring Besaran Listrik 3 Fasa

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021
ISSN : 2548-8112

Berbasis Single Board Computer BCM
8235. Jur Tek Elektro Univ Lampung,
Bandar Lampung [Internet]. 2016;4(1):1–
10. Available from:
[http://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jitet
/article/view/539/590](http://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jitet/article/view/539/590)

- [5] Zebua O, Setiawan AH, Soedjarwanto N,
Anggara J, Haris A. Rancang Bangun Alat
Monitoring Ketidakseimbangan Beban
Pada Jaringan Tegangan Menengah. J Nas
Tek Elektro. 2016;5(3):405.