

Rancang Bangun Monitoring Dan Pengaman Over Voltage Pada Jaringan Listrik Tiga Fasa Menggunakan Arduino Wemos Di MINI IoT

Design And Design Of Over Voltage Monitoring And Protection On Three Phase Electrical Networks Using Arduino Wemos In MINI IoT

Oleh :

Doni Eryko Sitanggang

Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Medan

Jl. Almamater No.1 Kampus USU 20155 Medan

donieryko@gmail.com

Abstract

The voltage on a three-phase network is an important variable whose value must be adjusted to the nominal voltage of electrical equipment that uses a three-phase power supply in order to ensure that the equipment does not suffer damage when in use. In reality, the voltage on a three-phase power network is not always stable. Disturbances in the process of generating electric energy or along the power distribution lines can cause the voltage to rise beyond the specified tolerance limit where the tolerance limit allowed for voltage increases on a three-phase power network according to PUIL 2000 is 5 % of the nominal voltage. The benefit of this tool is to monitor the voltage in real time while securing the load when a voltage exceeds the limit tolerance.

Keywords: Arduino ESP8266 WEMOS D1 MINI, Voltage

Abstrak

Tegangan pada jaringan tiga fasa merupakan variable penting yang harus disesuaikan nilainya dengan tegangan nominal peralatan listrik yang menggunakan suplai listrik tiga fasa demi menjamin peralatan tersebut tidak mengalami kerusakan pada saat digunakan. Dalam kenyataannya, tegangan pada jaringan listrik tiga fasa tidak selamanya stabil. Gangguan pada proses pembangkitan energi listrik maupun pada sepanjang jalur distribusi tenaga listrik bisa menyebabkan tegangan naik melebihi batas toleransi yang ditentukan dimana batas toleransi yang diizinkan untuk kenaikan tegangan pada jaringan listrik tiga fasa menurut PUIL 2000 adalah sebesar 5% dari tegangan nominal. Manfaat alat ini untuk melakukan monitoring tegangan secara *realtime* sekaligus mengamankan beban pada saat terjadi kondisi tegangan yang melebihi batas toleransi.

Kata Kunci: Arduino ESP8266 WEMOS D1 MINI, Tegangan

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Listrik merupakan salah satu bentuk energi yang sangat diperlukan bagi kehidupan manusia modern. Dengan adanya energi listrik, dapat mempermudah semua kegiatan manusia. Untuk memenuhi kebutuhan manusia akan energi listrik, diperlukan pasokan atau pun suplai energi yang stabil serta mampu menyuplai beban secara berkelanjutan. Namun dalam prakteknya, suplai energi listrik tidak selamanya stabil. Gangguan teknis pada pusat pembangkit listrik dan jalur sepanjang transmisi dan distribusi energi listrik dapat mempengaruhi kualitas tegangan yang sampai ke beban. Gangguan tersebut dapat berpengaruh terhadap kualitas tegangan yang bisa saja menimbulkan kenaikan atau pun penurunan tegangan yang melebihi batas toleransi yang ditentukan. Perubahan tegangan ini tentu saja sangat berbahaya terhadap peralatan listrik. Terdapat beberapa peralatan listrik yang sangat sensitif terhadap perubahan tegangan. Oleh karena itu diperlukan alat yang mampu melakukan monitoring tegangan secara *realtime* sehingga perubahan-perubahan yang terjadi pada tegangan dapat di monitor dan apabila terhadap tegangan yang melebihi batas toleransi

maka proteksi beban pada alat tersebut akan secara otomatis memutus suplai listrik ke beban sehingga keamanan peralatan listrik akan terjamin.

2. TINJAUAN TEORITIS

Kajian Pustaka

Pada umumnya kerusakan peralatan listrik seringkali disebabkan oleh perubahan tegangan yang melebihi batas toleransi yang diizinkan. Terlebih ada beberapa peralatan listrik tiga fasa yang sangat sensitif terhadap perubahan tegangan. Untuk kenaikan tegangan, batas toleransi yang diizinkan adalah sebesar 5% dari tegangan nominal dimana hal ini berarti saat tegangan antara fasa dengan netral berada pada angka 240 volt (karena ada beberapa peralatan listrik tegangan nominalnya sampai 240 volt), seharusnya alat tersebut sudah tidak bisa dioperasikan karena akan menyebabkan kerusakan pada alat tersebut. Dengan adanya alat ini, perubahan nilai pada tegangan akan dapat dimonitor secara *realtime* melalui LCD maupun melalui aplikasi yang dibuat.

Landasan Teori

A) Tegangan Listrik

Tegangan listrik adalah beda potensial antara dua titik medan listrik yang ada pada sebuah rangkaian listrik tertutup. Simbol dan satuan tegangan listrik adalah Volt (V). Sedangkan Alat yang digunakan untuk mengukur tegangan listrik adalah Voltmeter, alat ukur tegangan ini bekerja menggunakan hukum Ohm. Tegangan adalah jumlah energi potensial yang tersedia (pekerjaan yang harus dilakukan) per satuan muatan, untuk memindahkan muatan melalui suatu penghantar. Karena tegangan adalah ekspresi dari energi potensial, ia memiliki potensi untuk melepas energi sebagai muatan bergerak dari satu tingkat ke yang lain (dua titik medan listrik). Jumlah perbedaan (dinyatakan dalam volt) menentukan berapa banyak energi potensial yang ada untuk memindahkan elektron dari satu titik tertentu ke titik yang lainnya. Kuantitas mengidentifikasi berapa banyak pekerjaan dan potensi arus yang dapat dilakukan melalui sirkuit elektronik.

a. Sumber Tegangan Listrik

1. Sumber Tegangan Listrik Searah (DC)

Untuk sumber yang satu ini, sering disebut sebagai DC atau *Direct Current*. Jika Anda menggunakan sumber ini untuk keperluan listrik dan elektronika, maka ia akan menyediakan arus yang searah untuk dipakai. Ia juga sering dipakai dalam bidang elektrokimia, mekanik, dan berbagai fungsi tegangan listrik kompleks.

2. Sumber Tegangan Listrik Bolak-Balik (AC)

Berbeda dengan sebelumnya, sumber yang kedua memiliki arus yang bisa bolak-balik, lebih dikenal sebagai AC atau *Alternating Current*. Tidak seperti DC yang hanya satu arah tegangan, AC memiliki kemampuan untuk menghantarkan listrik secara bolak-balik. Karena masih termasuk tegangan pada listrik, maka satuan tegangan listrik adalah volt untuk sumber AC.

b. Rumus Tegangan Listrik

Rumus tegangan listrik adalah $V = I \times R$. Dimana V adalah beda potensial dalam volt (V); I adalah aliran arus, dengan satuan ampere atau amp (A); dan R adalah hambatan dalam ohm (Ω). Menurut hukum ohm, rumus tegangan listrik mempunyai beberapa turunan rumus yaitu :

$$V = I \times R$$

$$R=V/I$$

$$I=V/R$$

$$P=V \times I$$

$$P=I \times I$$

Hubungan antara tegangan dan arus dapat diselesaikan dengan 3 jenis rumus tegangan, yakni sebagai berikut :

1. Rumus untuk mengukur tegangan pada listrik = $V = W/Q$
2. Rumus untuk rangkaian listrik tertutup, maka digunakan = $V = I.R$
3. Rumus untuk menghitung hubungan daya listrik, maka digunakan $V = P/I$

c. Satuan Tegangan Listrik

Satuan tegangan listrik adalah Volt dengan simbol berbentuk huruf V. Sama halnya dengan beda potensial dan satuan yang digunakan untuk menyatakan besarnya tegangan listrik dalam SI (*Standar International*) disebut Volt (V, ΔV ; U, ΔU). Rumus perhitungan tegangan listrik mempunyai hubungan yang erat dengan arus listrik dan hambatan. Untuk mengerjakan soal tentang tegangan pada listrik, maka terdapat rumus yang harus Anda ketahui. Rumus tegangan listrik cukup sederhana yang dibagi dalam 6 keterangan dengan symbol sebagai berikut.

- V= tegangan atau potensial listrik, diukur dengan volt.
- W= energi potensi listrik yang dipakai, yakni joule.
- Q= muatan yang terdapat dalam rangkaian listrik (C).
- I= kuat arus listrik yang menggunakan satuan Amphere.
- R= hambatan yang ada pada listrik, menggunakan satuan Ohm.
- P= daya listrik yang menggunakan satuan watt.

d. Faktor Penyebab Perubahan Tegangan pada Jaringan Listrik

Perubahan tegangan pada jaringan listrik merupakan penyimpangan voltase terhadap voltasa supply akibat adanya berbagai faktor penyebab. Beberapa faktor penyebab yang bisa menyebabkan perubahan tegangan adalah sebagai berikut:

1. Ukuran Penghantar

Semakin panjang sebuah konduktor, maka tahanan dalam konduktorb akan semakin besar. Hal ini karena terdapat hambatan dalam pada bahan konduktor. Demikian juga pada ukuran diameter. Luas penampang atau diameter kawat akan berbanding terbalik dengan tahanan dalam. Semakin besar ukuran diameter suatu konduktor, semakin kecil hambatan dalam konduktor tersebut.

2. Jenis Material

Terdapat perbedaan daya hantar pada setiap konduktor. Emas dan perak merupakan penghantar yang sangat baik, namun hampir tidak pernah digunakan sebagai penghantar karena harganya yang relative mahal.

e. Bahaya Perubahan Tegangan

Perubahan tegangan yang melebihi batas toleransi akan menyebabkan kerusakan pada peralatan karena berbagai faktor seperti sering berkedip, motor menjadi panas, serta kerusakan komponen seperti kompresor dan peralatan lainnya. Kondisi perubahan tegangan yang melewati batas toleransi menyebabkan beban harus bekerja keras karena voltase pendorong arus menurun, sedangkan daya yang diperlukan tidak berubah. Kondisi ini dapat menyebabkan kabel menjadi terbakar akibat panas yang berlebih. Kondisi ini menyebabkan penggunaan MCB yang membatasi peningkatan arus yang tidak wajar dari kebakaran akibat penurunan *voltase* tersebut. Beban cenderung mencoba untuk menarik sejumlah daya sesuai kebutuhan, sehingga saat *voltase* berubah, besar arus yang diperlukan oleh alat akan meningkat. Hal ini tentu saja akan berbahaya bila tidak dibatasi dengan pemutus arus berupa MCB.

3. METODE PENELITIAN

Perancangan Perangkat Sistem

Dalam pembuatan suatu alat diperlukan adanya sebuah rancangan yang menjadi acuan dalam proses pembuatan, sehingga kesalahan yang mungkin terjadi dapat ditekan dan dihindari.

Langkah-Langkah Perancangan

Dalam memudahkan pelaksanaan perancangan alat langkah awal yang ditempuh adalah sebagai berikut :

1. Membangun Gagasan.
2. Menentukan spesifikasi dan prinsip kerja alat yang diinginkan.
3. Pencarian data dan informasi perangkat keras (hardware) yang diperlukan serta fungsi-fungsi kerja yang harus dipenuhi.
4. Pembuatan Hardware.
5. Pembuatan software.
6. Pengujian alat.
7. Pencatatan hasil pengujian.
8. Penyusunan laporan.

Komponen Sistem

Rancangan rangkaian berbasis ESP32 yang didukung oleh beberapa perangkat dan komponen sebagai berikut.:

1. Power Source : Power Supply 12 Volt 1 Ampere.
2. Software : Arduino IDE 1.8.13, Listrik_3P, Microsoft Word 2010.
3. Mikrokontroler : ESP32.
4. Input : PZEM-004T.
5. Output : LCD (*Liquid Crystal Display*) 16 x 2.
6. Smartphone (*Android Via Listrik_3P*).
7. Pendukung : PCB dan Kabel Jumper.

Deskripsi Kerja

Menunjukkan blok diagram sistem monitoring daya listrik berbasis Iot menggunakan *google database* dan aplikasi android. Ketika sensor PZEM-004T diberikan beban listrik maka sensor akan membaca nilai dari tegangan, arus, dan daya listrik tersebut. Nilai sensor dibaca oleh NodeMCU sebagai mikrokontroler yang nilainya ditampilkan pada layer LCD OLED (*Liquid Crystal Display Organic*

Light Emitting Diode) dan dikirimkan ke database google menggunakan koneksi wifi yang telah terhubung dengan NodeMCU. Alat ini juga terdapat sebuah relay yang berfungsi sebagai saklar elektronik. Relay tersebut dapat dikontrol melalui aplikasi untuk memutuskan aliran listrik pada perangkat yang terpakai apabila beban listrik yang dipakai telah melebihi batas.

Pada bagian aplikasi android terdapat indikator yang menampilkan nilai dari sensor yang berupa nilai tegangan, arus, dan daya listrik. Pada tampilan aplikasi terdapat juga nilai estimasi biaya pemakaian listrik dimana nilai tersebut dihasilkan dari perkalian antara jumlah daya listrik dengan harga per kWh pada umumnya. Aplikasi juga dapat memberikan peringatan berupa notifikasi apabila pemakaian arus dan daya listrik telah melebihi dari batas yang telah ditentukan.

Perangkat IoT pada penelitian ini menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler dan juga sebagai modul yang menghubungkan ke jaringan internet karena sudah terdapat modul wifi. Data yang diperoleh NodeMCU dari sensor PZEM-004t dikirim melalui server dengan perangkat tambahan yaitu *google database* atau yang disebut sebagai *firebase*.

Data ke server dan disimpan sementara di dalam database yang telah mereka sediakan. Kemudian data yang telah disimpan tersebut dapat dikirimkan dan dilihat nilainya melalui aplikasi android yang telah terintegrasi dengan layanan *firebase*. Data tersebut dapat dibaca pada aplikasi android secara *realtime*. Pembuatan aplikasi android dapat dilakukan menggunakan software android studio atau melalui website kodular.

Alat monitoring daya listrik terdiri dari mikrokontroler NodeMCU, LCD OLED, relay, battery shield, sensor PZEM-004t, adaptor 5V, dan stopkontak. Sumber tegangan alat diperoleh dari baterai lithium ion 3,7V menggunakan *battery shield* yang memiliki output 5V. Nilai sensor yang telah dibaca oleh NodeMCU akan dikirimkan ke server dan ditampilkan melalui LCD OLED pada alat. Perangkat dapat menyala hanya menggunakan baterai namun harus dihubungkan dengan aliran listrik AC apabila akan melakukan pengukuran nilai tegangan, arus, dan daya listrik yang mengalir.

Rangkaian WeMos D1 mini Pro dihubungkan dengan sensor PZEM-004T. Sensor PZEM-004T memiliki empat buah pin yaitu Vcc, GND, TX, dan RX. Pin Vcc akan dihubungkan ke pin 5V pada WeMos D1 Mini Pro, pin TX ke pin D5 WeMos D1 Mini Pro, pin RX ke pin D6 WeMos D1 Mini Pro, dan pin GND ke pin GND WeMos D1 Mini Pro. Program sensor PZEM-004T akan di-*upload* pada software Arduino IDE. Kemudian program di-*compile* untuk memastikan tidak ada *error* pada program. Apabila tidak ada *error* maka program sudah bisa di-*upload*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengecekan Keadaan Komponen Pada Alat

Sebelum melakukan pengujian kerja alat, terlebih dahulu perlu dilakukan pengecekan komponen utama alat untuk memastikan bahwa nantinya alat dapat menjalankan kerjanya dengan baik.

1. Pengecekan sumber listrik tiga fasa PLN
2. Pengecekan pada LCD
3. Pengecekan pada sensor PZEM-004T
4. Pengujian pada Aplikasi Blynk di android

A) Pengecekan Sumber Listrik Tiga Fasa PLN

Pengecekan sumber listrik tiga fasa PLN dilakukan dengan menyambungkan *steker* tiga fasa yang terhubung ke pengaman utama ke sumber listrik tiga fasa PLN. Setelah itu MCB di on kan. Jika lampu menyala, berarti suplai listrik tiga fasa PLN dalam keadaan bagus.

B) Pengecekan pada LCD

Pengecekan LCD dilakukan dengan menyambungkan *steker* yang terhubung ke sensor tegangan ke sumber listrik satu fasa PLN. Jika lampu indikator sensor menyala dan layar LCD menampilkan tulus dan angka *realtime* tegangan, maka LCD dalam keadaan baik.

C) Pengecekan pada Sensor PZEM-004T

Pengecekan sensor PZEM-004T dengan menyambungkan *steker* yang dilengkapi dengan adaptor dan terhubung ke sensor PZEM-004T ke sumber listrik satu fasa PLN. Jika lampu indikator pada sensor menyala, maka sensor PZEM-004T dalam keadaan bagus.

D) Pengecekan pada Aplikasi Blynk di Android

Pengecekan aplikasi monitoring pada android dilakukan dengan menghubungkan *steker* yang terhubung ke sumber listrik satu fasa PLN. Setelah itu, kita membuka aplikasi tersebut pada android, jika sensor menyala, LCD dan aplikasi pada android menampilkan data *realtime* tegangan dengan angka dan huruf yang sama, maka aplikasi dalam keadaan bagus.

Pengujian Kerja Alat

Setelah komponen utama alat telah dicek keadaannya dan semua komponen dalam keadaan bagus, maka selanjutnya adalah pengujian kerja alat secara keseluruhan. Adapun tahapannya pengujian kerja alat adalah sebagai berikut :

1. Penyambungan sumber listrik tiga fasa PLN menuju ke pengaman utama alat yaitu *miniature circuit breaker* (MCB). Dalam hal ini sumber listrik yang digunakan berasal listrik satu fasa 220 volt PLN yang tegangannya diatur dengan bantuan auto transformator. Penggunaan auto transformator ini bertujuan agar tegangan yang masuk stabil, sesuai dengan besar tegangan yang bisa dibaca sensor, serta sesuai dengan program *disetting* pada program arduino. Penyebutan tiga fasa dalam alat ini hanya sebagai pemisalan sebagai objek yang akan diamankan oleh alat. Pada kenyataannya, tegangan yang digunakan adalah tegangan satu fasa yang di jumper dan dimasukkan ke terminal masukan pengaman utama dan dianggap sebagai sistem jaringan listrik tiga fasa. Hal ini karena penulis menyadari akan begitu rumit jika menggunakan jaringan listrik tiga fasa karena untuk menghasilkan tegangan yang stabil, akan dibutuhkan auto transformator sebanyak tiga buah.
2. Penyambungan sumber listrik satu fasa PLN sebagai sumber listrik sensor dan berbagai komponen elektronik yang digunakan dalam alat menggunakan adaptor dengan masukan 220 dan keluaran 12 volt. Output adaptor 12 volt ini kemudian akan dikonversi menjadi 5 volt oleh converter arduino. Tegangan 5 volt ini difungsikan sebagai inputan pada sensor tegangan, arduino, ESP32, modul relay dan LCD karena komponen tersebut membutuhkan tegangan inputan sebesar 5 volt.
3. Menyalakan aplikasi dalam android yang terkoneksi dengan IoT. Kemudian, auto transformator diputar sehingga tegangan berada pada kondisi normal dan selanjutnya kita bisa lanjutkan memutar untuk menghasilkan kondisi tegangan yang lain seperti *over* maupun *under voltage*.
4. Menaikkan/meng onkan pengaman utama sehingga listrik tiga fasa PLN akan terdistribusi ke dalam rangkaian alat.
5. Memutar auto transformator untuk menaikkan tegangan sampai tegangan mencapai batas toleransi. Setelah auto transformator diputar dan tegangan telah melewati toleransi yang diizinkan untuk *over voltage*, maka lcd akan menampilkan keadaan *realtime* begitu juga dengan aplikasi monitoring di handphone yang mana telah terjadi *over voltage*. Kemudian secara otomatis kontaktor akan *trip* yang menandakan suplai listrik ke beban telah diputus dan beban aman dari kemungkinan kerusakan akibat kenaikan tegangan.
6. Mengecek respon kontaktor dalam menanggapi perubahan tegangan Saat terjadi *over voltage*.

Kontaktor sebagai alat pengaman yang tadinya menyuplai listrik ke beban, akan secara otomatis memutus suplai listrik ke beban sehingga beban terhindar dari kemungkinan terjadinya kerusakan akibat kenaikan tegangan. Untuk mempermudah pengamatan kerja kontaktor, digunakan tiga buah lampu dimana lampu ini dikendalikan oleh masing-masing kontaktor sehingga saat kontaktor bekerja, lampu akan menyala dan saat kontaktor tidak bekerja, maka lampu akan mati.

5. PENUTUP

Kesimpulan

Setelah melakukan tahapan perancangan yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian alat dan analisa data hasil perancangan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Rancang bangun ini telah berhasil melakukan fungsi programnya yaitu melakukan monitoring tegangan pada jaringan listrik tiga fasa dan berhasil mengamankan beban pada saat terjadi *over voltage*.
2. Keamanan pada saat terjadinya *over voltage* adalah tolak ukur keberhasilan kerja alat ini.

Saran

Berdasarkan hasil rancang bangun dan pengujian tugas akhir ini, masih terdapat banyak kekurangan yang membutuhkan banyak pengembangan dan penyempurnaan baik dari segi fungsi maupun cara kerjanya. Demi kemajuan dan pengembangan alat ini, maka penulis mempunyai beberapa saran sebagai berikut :

1. Kalibrasi tegangan pada alat membuat tampilan tegangan hasil ukur sensor yang ditampilkan pada LCD dan aplikasi berbeda jika diukur dengan voltmeter hal ini dikarenakan dimmer yang kami gunakan sebenarnya bukan penaik dan penurun tegangan tapi hanya pengatur frekuensi tegangan. Untuk menyempurnakan alat ini dapat menggunakan trafo untuk menaikkan dan menurunkan tegangan secara *real*.
2. Respon alat terkadang lambat dimana hal ini dipengaruhi oleh jaringan server yang digunakan. Oleh karena itu, seandainya pada aplikasi alat pada keadaan sebenarnya misalnya pada dunia industri, dibutuhkan server dengan kualitas yang baik supaya kerja alat dapat berlangsung dengan cepat.

DAFTAR PUSTAKA

PT PLN (Persero), Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (Persero) 2015-2024. Jakarta: PT PLN, 2014, pp. 27-29. Diakses melalui www.pln.co.id pada 27 Juni 2016

Bunga, Pefrianus, et al. "Perancangan Sistem Pengaman Beban Dari Jarak Jauh Menggunakan Arduino ." E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer, vol. 4, no. 5, 2015, pp. 65–75.

Febriantoro, Satria Bagus Catur, and Bambang Suprianto. "Sistem Monitoring Gangguan Tegangan Lebih Dan Tegangan Rendah Menggunakan Sensor PZEM-004T." Pendidikan Teknik Elektro, vol. 3, no. 2, 2014, pp. 31–35.

Riyadi, Wahyu Zainal. Pengujian MCB Berdasarkan Standar IEC 947-2. 2018.

Salah, Muhamad, and Munnik Haryanti. "Rancang Bangun Sistem Pengaman Menggunakan Modul Relay." Jurnal Teknologi Elektro, vol. 8, no. 3, 2017, pp.181–86.

Tondi, Bima, and M. Damon. Jenis-Jenis Kabel. Universitas Jambi, 2018, pp. 1–18.

Andrianto, H. 2008, Pemrograman Mikrokontroler AVR Atmega8535, Informatika, Bandung.

S. Eko, W. Hari. —Rancang Bangun Pengaman Tegangan lebih dan Tegangan rendah Menggunakan Arduino IoT Berbasis Mikrokontroler Atmega 328, *Jurnal Teknik Elektro*, vol.8 no.1, P. 1-4, Juni 2016.

Herlan,, Brilliant Adhi Prabowo. 2009. Rangkaian Dimmer Pengatur Iluminasi Lampu Pijar Berbasis Internally Triggered TRIAC. *Jurnal Neliti INKOM*, Vol. III, No. 1-2, Nop 2009. Pusat penelitian informatika LIPI. Diakses Pada Tanggal 27 Mei 2018 Pada Pukul 14.10 WIB. <https://media.neliti.com/media/publications/65583-ID-rangkaian-dimmer-pengatur-iluminasi-lamp.pdf>.

Anonim. (2017). Cara mengakses Relay menggunakan Arduino Uno. Diakses pada tanggal 21 Juni 2019 dari <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengaksesrelay-menggunakan-arduino-uno/>.