



Penerapan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai Monitoring pada Pembacaan Arus 3 Fasa di Gardu Induk 150 kV Lubuk Alung

Kartiria, Erhaneli, Cicha Yohana Windra

Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang
Jl. Gajah Mada Kandise Nanggalo, Padang, Indonesia
E-mail: kartiriasonata@gmail.com

Informasi Artikel

Diserahkan tanggal:

15 Desember 2020

Direvisi tanggal:

5 Januari 2021

Diterima tanggal:

12 Januari 2021

Dipublikasikan tanggal:

31 Januari 2021

Digital Object Identifier:

10.21063/JTE.2021.31331007

Abstrak

Motor induksi tiga fasa merupakan salah satu mesin listrik yang banyak digunakan di dunia industri. Hampir seluruh perusahaan penyedia tenaga listrik menggunakan sistem listrik 3-phase. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler arduino yang berfungsi sebagai sistem kontrol utama yang akan dihubungkan dengan komputer, dengan tujuan kedepan beban agar bisa dimonitoring secara real time. Metode penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif yang dilakukan adalah metoda penelitian eksperimental. Dengan melakukan eksperimen perakitan modul sensor arduino uno dan melakukan perbandingan dari pengukuran arus yang diperoleh dari pembacaan sensor arus model SCT013. Pada gardu induk Lubuk Alung terdapat trafo daya step down yang menurunkan tegangan 150 kV ke tegangan 20 kV. Pada ruang kubikel 20 kV akan terdapat beberapa feeder. Pada setiap panel akan tersedia pembacaan arus, tegangan dan daya. Operator sebagai yang bertanggung jawab dalam pencatatan data beban terpakai akan melakukan pencatatan per sekali dalam satu jam pada setiap feeder dalam ruang kubikel 20 kV. Pencatatan dilakukan secara manual dengan melihat dan menginputkan data tersebut ke form yang telah disediakan perusahaan. Karena jarak antara ruang kubikel 20 kV dengan ruang kontrol tidak berdekatan maka akan lebih baik jika pembacaan pemakaian arus / beban terpakai tersebut dilakukan atau dimonitor langsung dari ruang kontrol. Ini dapat dilakukan dengan bantuan sebuah mikrokontroler yakni melakukan penerapan mikrokontroler arduino mega2560 sebagai monitoring pada sistem pembacaan arus 3 fasa di Gardu Induk Lubuk Alung.



Kata kunci: Motor Induksi 3-Phasa, Microcontroller Arduino, Sensor SCT013, Atmega 2560

1. PENDAHULUAN

Komponen penting dalam penyaluran sistem kelistrikan yakni Sitem Pembangkit Listrik, Sistem Transmisi dan Distribusi. Sebelum di distribusikan, tegangan tinggi tentunya akan diturunkan terlebih dahulu, proses ini akan dilakukan di gardu induk distribusi. Pada gardu induk Lubuk Alung terdapat trafo daya step down yang menurunkan tegangan 150 kV ke tegangan 20 kV. Pada ruang kubikel 20 kV akan terdapat beberapa feeder. Pada setiap panel akan tersedia pembacaan arus, tegangan dan daya. Operator sebagai yang bertanggung jawab dalam pencatatan data beban terpakai akan melakukan pencatatan per sekali dalam satu jam pada setiap feeder dalam ruang kubikel 20 kV. Pencatatan dilakukan secara manual dengan melihat dan menginputkan data tersebut ke form yang telah disediakan perusahaan. Karena jarak antara ruang kubikel 20 kV dengan ruang kontrol tidak berdekatan maka akan lebih baik jika pembacaan pemakaian arus / beban terpakai tersebut dilakukan atau dimonitor langsung dari ruang kontrol. Ini dapat dilakukan dengan bantuan sebuah mikrokontroler yakni melakukan penerapan mikrokontroler arduino mega2560 sebagai monitoring pada sistem pembacaan arus 3 fasa di Gardu Induk Lubuk Alung. Salah satu sistem kontrol sederhana untuk mengukur penggunaan listrik yang bisa kita kembangkan yaitu sistem kontrol berbasis arduino dengan menggunakan sensor arus, yaitu sensor arus non invasive model SCT013. Dengan menggunakan sistem kontrol berbasis arduino ini, diharapkan mampu mendapatkan hasil pengukuran yang tepat dan sesuai.

Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai otak yang mengendalikan proses input, dan output sebuah rangkaian elektronik. Hal ini dapat meningkatkan efisiensi dan keakuratan data yang diambil, dibandingkan harus di cek ke ruang kubikel setiap saat.

2. METODOLOGI

Kubikel merupakan perangkat atau peralatan listrik yang berfungsi sebagai pengendali, penghubung, pemutus dan pelindung serta membagi sistem tenaga listrik dari sumber tenaga listrik. Kubikel biasanya terpasang pada gardu distribusi atau gardu hubung pada pusat penyaluran sistem tenaga listrik ke pusat beban. Kapasitas yang akan digunakan pada Kubikel 20kV ini sesuai dengan namanya adalah sebesar 20 kV. Kubikel 20 kV Gardu Induk Lubuk Alung merupakan *close type* yaitu kubikel yang terpasang dengan kondisi rel tertutup atau di dalam kompartemen. Berdasarkan konstruksinya kubikel ini merupakan kubikel dengan posisi di atas, dimana jenis ini rel dipasang di bagian atas dari kubikel. Bagian penempatan kubikel merupakan penempatan *Indoor* yaitu kubikel yang penempatan / pemasangannya di dalam bangunan tertutup, baik bangunan dari beton atau pun konstruksi bangunan dengan plat besi.



Gambar 1. Ruang Kubikel 20 kV

Untuk mempermudah proses pencatatan nilai arus pada sistem tersebut maka dirancang sebuah sistem monitoring menggunakan sensor arus dan Arduino. Sensor arus pada alat ini menggunakan CT dengan ratio 100/5 mA sebanyak empat buah yang dipasang pada tiap-tiap fasa RST dan N di sisi beban. Seperti halnya pada transformator, pada CT juga terdapat dua kumparan pada sisi primer dan sekunder. Sensor ini dipasang pada bagian sekunder CT untuk mengetahui nilai arus yang ada pada sisi beban. Hal tersebut untuk memonitoring nilai arus yang akan di tampilkan pada metering kubikel. Module sensor SCT 013 tergolong ke Current Transformer Sensor yang ditujukan untuk khusus mengukur arus bolak – balik (Arus AC). Sensor ini bekerja memonitoring arus yang mengalir pada kabel fasa bagian sekunder trafo. Dengan ratio sensor SCT 013 yang dipakai adalah 100 A : 5 mA.



Gambar 2. Sensor CT Clamp 013

Tipe USB yang dipakai adalah Tipe A atau USB Standard A merupakan jenis konektor berbentuk persegi panjang yang biasanya akan dipasangkan pada bagian komputer.



Gambar 3. Kabel USB

Pada tahap selanjutnya, dibutuhkan rangkaian kalibrasi untuk pembacaan nilai yang sebenarnya. Rangkaian ini dibuat dengan menggunakan resistor $10\text{ k}\Omega$ dan $36\text{ }\Omega$. Resistor dengan nilai $10\text{ k}\Omega$ adalah nilai resistor referensi sedangkan nilai resistor $36\text{ }\Omega$ adalah resistor bunder. Langkah untuk pemilihan resistor bunder dapat dirumuskan dengan:

$$\begin{aligned} I_{(\text{maks})} &= \sqrt{2} \times I_{\text{rms (Current)}} \\ &= 1.414 \times 100\text{ A} \\ &= 141.4\text{ A} \end{aligned} \quad (1)$$

Karena nilai arus dari keluaran sensor sangat dipengaruhi oleh jumlah lilitan sensor maka dapat dirumuskan dengan

$$\begin{aligned} I_{(\text{sensor})} &= \frac{I_{(\text{maks})}}{\text{nb. turns}} \\ &= \frac{141.4}{2000} \\ &= 0.0707\text{ A} \end{aligned} \quad (2)$$

Untuk mendapatkan nilai ADC dari arduino yang presisi maka nilai arus *output* dari sensor dikalikan dengan tegangan arduino yang telah dibagi dengan angka 2, seperti berikut:

$$\begin{aligned} R_{(\text{ideal bunder})} &= \frac{\frac{V_{(\text{sensor})}}{2}}{I_{(\text{sensor})}} \\ &= \frac{\frac{5\text{ V}}{2}}{0.0707\text{ A}} \\ &= 35.3606\text{ }\Omega \end{aligned} \quad (3)$$

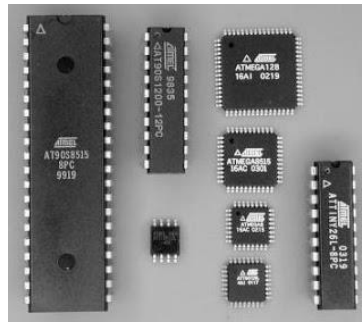
Karena di pasaran tidak tersedia nilai resistor dengan ukuran $35.3606\text{ }\Omega$ maka diganti dengan yang mendekatinya yaitu $36\text{ }\Omega$. Satu hal yang tidak kalah penting dalam pemrograman sensor SCT 013-000 yaitu tentang parameter kalibrasi sensor untuk menghitung nilai kalibrasinya dapat dirumuskan dengan:

$$\begin{aligned} \text{Calibration value} &= (I_{\text{maks}}) / (I_{\text{sensor}}) / (R_{\text{bunden}}) \\ &= 141.4 / 0.0707 / 36 \\ &= 55.55 \end{aligned} \quad (4)$$

Nilai ini adalah nilai kalibrasi yang harus dimasukkan kedalam pin input arduino nantinya. Jika Resistor R1 dan R2 pada rangkaian berfungsi sebagai pembagi tegangan yang mengubah tegangan referensi 3.3 V maka kapasitor C1 memiliki nilai reaktansi yang rendah hanya beberapa ratus ohm, sehingga kapasitor dengan ukuran $10\text{ }\mu\text{F}$ sudah cukup.

Arduino sebagai Mikrokontroler

Alat yang digunakan adalah Arduino Mega dengan IC Atmega128 sebagai mikrokontroler. Mikrokontroler ATmega 2560 merupakan mikrokontroler keluarga AVR yang mempunyai kapasitas flash memori 256KB. AVR (Atmega and Vegard's Risc Processor) merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan ATMEGA inc.



Gambar 4. IC Mikrokotroller

Board Arduino 2560 adalah sebuah board arduino yang menggunakan ic Mikrokotroller ATmega 2560. Board ini memiliki pin I/O yang relative banyak, 54 digital input / outpun, 15 buah di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM, 16 buah analog input, 4 UART. Arduino Mega 2560 di lengkapi juga dengan 16 Mhz untuk penggunaan relatif sederhana tinggal menghubungkan power dari USB ke PC atau Laptop / melalui Jack DC pakai adaptor 7-12 VDC. Berikut spesifikasi dari Arduino Mega 2560 :



Gambar 5. Komponen Papan Arduino Mega 2560

Komponen Papan Arduino Mega 2560 adalah sebagai berikut :

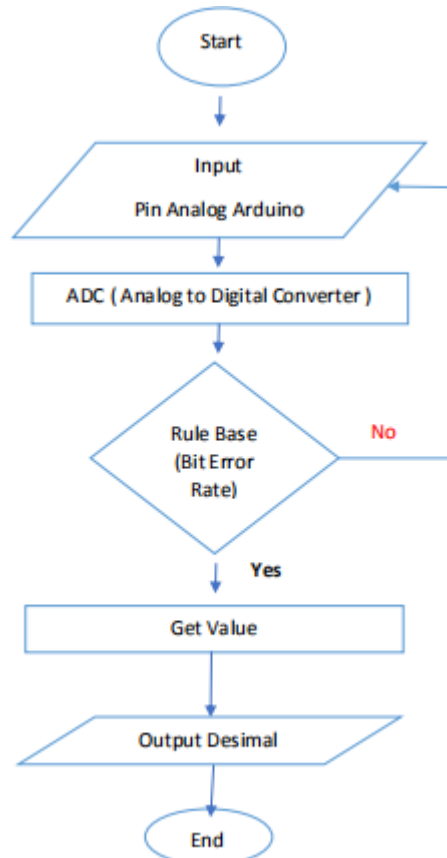
1. ATmega 2560, Menggunakan chip Atmega16u2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Ini dipilih karena lebih mengkomudir pin input dan output lebih banyak.
2. 5 V, Sebuah pin yang mengeluarkan tegangan ter-regulator 5 V, dari pin ini tegangan sudah diatur (ter-regulator) dari regulator yang tersedia pada papan.
3. 3.3 V, Sebuah pin yang menghasilkan tegangan 3,3 Volt. Tegangan ini dihasilkan oleh regulator yang terdapat pada papan (on-board).
4. Analog Input, Masing-masing dari 54 digital pin pada Arduino Mega dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi pin Mode(), digitalWrite(), dan digitalRead()
5. Reset, Sirkuit reset adalah jalur pengaturan program ulang, dimana fitur ini dapat digunakan ketika terdapat kesalahan dalam pemrograman, atau ingin mengganti program.
6. GND ,Pin Ground.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemakaian hardware Arduino mega2560 untuk monitoring arus 3 fasa tidaklah akan bisa berlangsung dan berjalan dengan baik tanpa adanya program khusus yang telah dipersiapkan. Seperti yang telah dibuat pada bagian-bagian arduino IDE di atas bahwasannya ada beberapa komponen khusus yang di pakai dalam pemrograman arduino ini. Program yang digunakan dalam monitoring ini adalah program Emonlib, ini merupakan program khusus yang digunakan untuk penggunaan Sensor SCT 013. Pada setiap sensor nantinya akan memiliki program yang berbeda sesuai dengan tipe sensor yang digunakan.

Gambar 6 menjelaskan proses pembuatan alt monitoring ini. Pada saat sensor SCT 013 mulai memonitoring arus yang lewat ke kabel fasa R, S, T dan kabel Netral dari feeder maka akan meneruskan ke bagian kontroler dalam hal ini adalah arduino mega 2560. Arduino Mega 2560 merupakan pengendali yang bersifat *Open-Source*. Board arduino ini memiliki 74 pin, pin A0-A15 sebagai input / output untuk ADC, pin digital 0-53 sebagai input/output digital. Untuk alat ini memakai input pin A0, A1, A3 dan 4. Masing-masing pin adalah untuk fasa R,S,T dan untuk Netral.

Simbol seperti gambar balok ini memiliki makna terjadinya sebuah proses. Dalam diagram alir proses ini terjadi dengan adanya ADC (Analog to Digital Converter) pada Arduino. ADC merupakan salah satu perangkat elektronika yang digunakan sebagai penghubung dalam pemrosesan sinyal analog oleh sistem digital. 2 faktor yang harus di perhatikan dalam proses kerja ADC yaitu Kecepatan sampling dan resolusi. Pada arduino mega 2560 memiliki resolusi 10 bit atau rentang nilai digital antara 0-1023. Dan pada arduino tegangan referensi yang digunakan adalah 5 volt, hal ini berarti ADC pada arduino mega 2560 mampu menangani sinyal analog dengan tegangan 0-5 volt. Ketika sensor SCT 013 membaca arus yang mengalir ke kabel fasa dan kabel netral dengan ratio 5 A yang merupakan sekunder dari trafo arus, 5 A langsung akan menjadi bagian primer atau input dari alat ini.



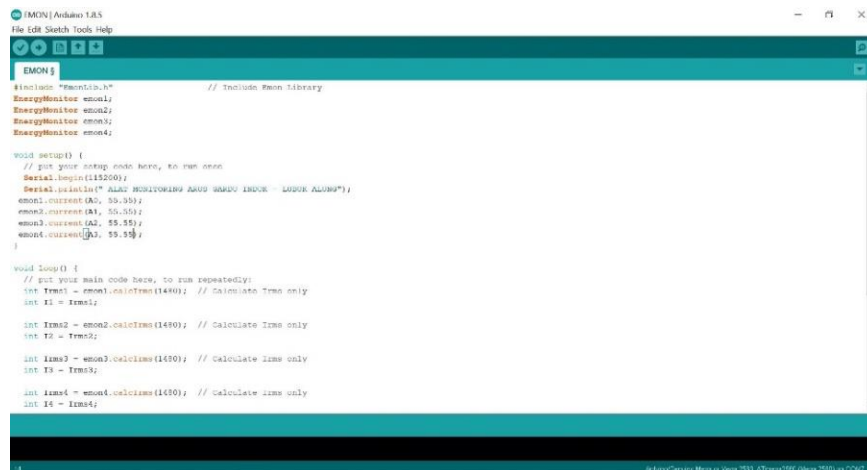
Gambar 6. Diagram Alir

Agar output yang keluar sesuai dengan hasil yang tampil pada layar kubikel, maka pada program arduino hasil keluaran arduino mega 2560 dikalikan dengan 60. Perkalian 60 dilakukan agar hasil sama dengan ratio primer trafo daya yaitu 300 A. Simbol yang menunjukkan suatu kondisi tertentu yang akan menghasilkan dua kemungkinan jawaban yaitu ya atau tidak. Bit error rate merupakan jumlah bit yang diterima dari suatu aliran data melalui jalur komunikasi yang telah berubah karena gangguan derau (noise) interferensi, distorsi atau kesalahan sinkronisasi bit. Jika terjadi kesalahan maka pada bagian ini akan berlakunya sistem kontrol close loop. Maksudnya adalah jika hasil yang keluar dari proses tidak sesuai dengan nilai yang di inputkan maka akan terjadi error, nilai error ini akan di bawa atau secara close loop akan masuk kembali ke bagian input selanjutnya di proses kembali hingga menghasilkan hasil yang sesuai dengan yang di inginkan atau input data yang di berikan. Dengan kata lain bagian Rule Base juga dikenal dengan kemungkinan If / Else, yakni jika kemungkinan hasil proses adalah **benar** maka rule base akan mengeluarkan hasil berupa output atau disebut juga Yes. Artinya hasil outpunya sesuai dengan nilai yang ada pada layar kubikel, kemudian di keluarkan sebagai output di serial monitor software arduino. Namun kebalikannya jika hasil rule base tidak sesuai dengan hasil inputan otomatis disebut sebagai error atau terdapat gangguan. Hasil yang didapat dari proses yang error tidak bisa disebut sebagai output melainkan harus di balikkan kembali ke bagian input atau disebut juga dengan sistem kontrol loop tertutup (Close loop).

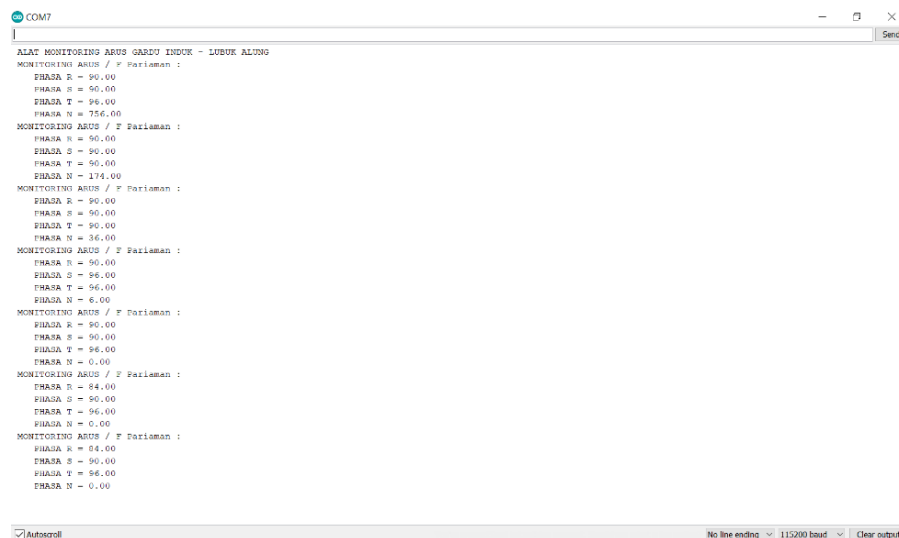
Gangguan atau error yang terjadi dapat diperbaiki dengan menyesuaikan nilai pengkalibrasian dan menyesuaikan nilai komunikasi antara arduino dan PC. Untuk serial komunikasi alat ini menggunakan serial begin 115200 bit per detik. Pada arduino, komunikasi serial terdapat pada pin TX / RX dan menggunakan tegangan logic TTL 5 V. Seperti yang sudah dijelaskan di atas, simbol seperti gambar balok ini menandakan sebuah proses terjadi. Pada proses ini yang terjadi adalah proses mendapatkan nilai yang telah sesuai dengan input dan data yang diinginkan. Pada bagian ini hasil yang di baca sudah sama dengan nilai ratio primer trafo arus pada kubikel yakni 300 A. Gambar jajaran genjang ini menyimbolkan input atau output, dimana pada bagian ini simbol berfungsi sebagai output berupa nilai arus yang telah dibaca oleh sensor SCT 013 dan di Simbol seperti oval ini juga diartikan sebagai end atau akhir sama seperti simbol start atau mulai. Ini adalah proses akhir dari diagram alir menyelesaikan alat tersebut. Dengan telah didapatkan nilai yang sama antara serial monitor arduino dengan nilai arus yang terbaca pada layar display kubikel.

3.1. Percobaan 1

Untuk tahap pengumpulan data, salah satu feeder yang dijadikan *sample* adalah feeder ke Pariaman. Karena dalam urutan penomoran di ruang kubikel 20 kV, feeder Pariaman adalah feedeer pertama (1). Feeder Pariaman merupakan keluaran / *outgoing* dari trafo daya 2. Alasan penulis mengambil feeder ini tak lain juga karena pada saat melakukan pengambilan data izin yang di dapatkan adalah untuk feeder Pariaman. Pada percobaan 1 nilai yang harus diperhatikan adalah nilai input pin Arduino dengan nilai kalibrasi yang di dapatkan. Nilai kalibrasi sangat berpengaruh pada pembacaan arus oleh sensor dan di teruskan ke arduino yang kemudian di tampilkan oleh serial monitor pada software Arduino. Input pin pada program arduino yang dipakai adalah 55.55 pada setiap phasa.



Gambar 7. Listing program arduino percobaan 1



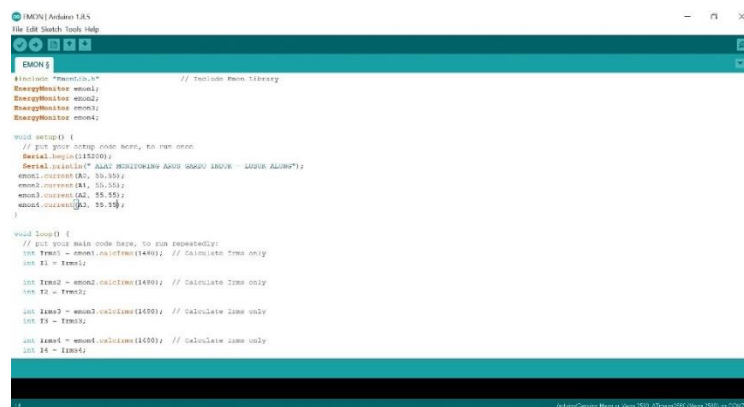
Gambar 8. Hasil serial monitor arduino percobaan 1



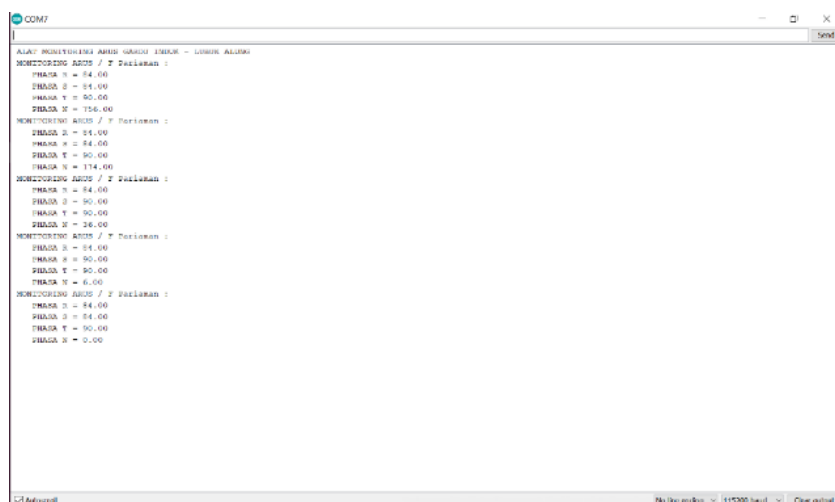
Gambar 9. Hasil metering kubikel percobaan 1

Pada percobaan pertama dengan menginputkan nilai kalibrasi yang telah didapatkan dari perhitungan sebesar 55.55, maka nilai yang di dapat pada serial monitor arduino adalah untuk R = 84, S = 90 dan T = 96. Sementara nilai yang ditampilkan pada metering kubikel adalah R = 85, S = 90 dan T = 89. Sementara untuk Grounding setelah beberapa saat sudah bernilai 0. Jika dilihat dari nilai antara serial monitor arduino dan metering kubikel selisih antara keduanya dapat diabaikan karena tidak terlalu jauh dan masih dalam batas nilai toleransi yang ditetapkan PLN.

3.2. Percobaan 2



Gambar 10. Listing program percobaan 2



Gambar 11. Hasil serial monitor arduino percobaan 2



Gambar 12. Hasil metering kubikel percobaan 2

Dengan tetap memasukkan nilai input kalibrasi dengan nilai 55.55 kemudian ulang *Upload* ke arduino, maka angka yang di tampilkan pada serial monitor Arduino dan metering kubikel akan tetap memiliki selisih beberapa angka, namun hal ini dapat di abaikan karena tidak terlalu jauh dan masih dalam batas nilai toleransi yang ditetapkan PLN. Ini terjadi karena proses monitoring yang terjadi dalam metering kubikel masih membuat hasil yang di tampilkan selalu berubah-ubah setiap detiknya. Nilai toleransi yang diberikan oleh PLN ini yakni + 5 % dan - 10 % dari nilai yang ada pada metering kubikel saat itu. Misalkan nilai yang didapat pada metering kubikel maksimal di 90 untuk fasa R pada salah satu feeder yang dipilih yakni Pariaman, berarti nilai tolensi yang boleh di pergunkan adalah :

Toleransi Naik + 5 % = 5 % x 90 = 4.5
 Nilai maksimum naik = 90 + 4.5 = 94.5
 Toleransi Turun - 10 % = 10 % x 90 = 9
 Nilai maksimum turun = 90 - 9 = 81

Jadi, perbandingan selisih dari nilai pada serial monitor dan metering kubikel pada percobaan ke 2 dimana serial monitor fasa R = 84, S = 84 dan T = 90 dan pada metering kubikel fasa R = 84, S = 90, dan T = 90, dapat dilihat nilainya masih didalam nilai toleransi. Namun jika dilihat dari sisi persentasi keberhasilan alat monitoring ini, yaitu pada percobaan 1 nilai maksimum serial monitor mencapai 96 sedang toleransi yang diberi adalah 94. Artinya dari persentasi keberhasilan 100 % nilai errornya masih terdapat sekitar 2 %. Lalu jika dilihat dari hasil percobaan 2 nilai maksimum yang didapat antara 3 fasa adalah 90 serta nilai minimumnya adalah 84 ini artinya masih didalam range nilai toleransi. Intinya keakuratan persentase keberhasilan alat monitoring ini lebih kurang adalah 98 % akurat. Sementara yang menyebabkan nilai arus selalu berubah - ubah pada metering kubikel karena proses monitoring didalam kubikelnnya sendiri.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa mikrokontroler bertugas sebagai otak yang mengendalikan proses input, dan output sebuah rangkaian elektronik. Hal ini dapat meningkatkan efisiensi dan keakuratan data yang diambil, dibandingkan harus di cek ke ruang kubikel setiap saat. dilihat dari sisi persentasi keberhasilan alat monitoring ini, yaitu pada percobaan 1 nilai maksimum serial monitor mencapai 96 sedang toleransi yang diberi adalah 94. Artinya dari persentasi keberhasilan 100 % nilai errornya masih terdapat sekitar 2 %. Lalu jika dilihat dari hasil percobaan 2 nilai maksimum yang didapat antara 3 fasa adalah 90 serta nilai minimumnya adalah 84 ini artinya masih didalam range nilai toleransi. Intinya keakuratan persentase keberhasilan alat monitoring ini lebih kurang adalah 98 % akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. W. Suryawan, Sudjadi and Karnoto, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING TEGANGAN, ARUS DAN TEMPERATUR PADA SISTEM PENCATU DAYA LISTRIK DI TEKNIK ELEKTRO BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 128," *TRANSIENT*, vol. 1, Desember 2012.

- [2] D. W. Suryawan, Sudjadi and Karnoto, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING TEGANGAN, ARUS DAN TEMPERATUR PADA SISTEM PENCATU DAYA LISTRIK DI TEKNIKTEMPERATUR PADA SISTEM PENCATU DAYA LISTRIK DI TEKNIK," *TRANSIENT*, vol. 1, Desember 2012.
- [3] Tarmuji, "Perancangan Dan Pembuatan Alat Pengukur Getaran Mekanis Menggunakan Piezzo Elektric Sensor Berbasis Arduino Mikrokontroller," *Jurnal emitor*, vol. 15.
- [4] M. Hariansyah and J. Awaluddin, "APLIKASI PENGGUNAAN KUBIKEL 20 kV PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI (PLTP)BINARY CYCLE DIENG".
- [5] Yusmartato, L. Parinduri and Sudaryanto, "Pembangunan Gardu Induk 150 KV di Desa Parbaba Dolok Kecamatan Pangururan Kabupaten Samosir," *Journal of Electrical Technology*, vol. 2, p. 3, 2017.
- [6] K. Hijjayanti¹, N. Saptaji and R. N. Alfi, "ANALISIS PERBANDINGAN KECEPATAN TRANSFER DATA DENGAN KABEL USB TIPE A DAN USB TIPE C," *NJCA*, vol. 4, 2019.
- [7] BUKU PANDUAN KEPDIR 520 PT. PLN (Persero)