

RANCANGAN PREVENTIVE CONDITION BASED MAINTENANCE BERBASIS ARDUINO MEGA 2560 UNTUK PMCB DI JARINGAN PLN UP3 PASURUAN

Arivatoni Denhas, 2120531068¹, Bambang Dwi Sulo², Oktriza Melfazen³
Mahasiswa Teknik Elektro¹, Dosen Teknik Elektro^{2,3}, Universitas Islam Malang
denhas11@gmail.com

ABSTRAK

PMCB (*Pole Mounted Circuit Breaker*) merupakan salah satu alat proteksi jaringan distribusi 20 kV. Pengaruh catu daya dan suhu pada PMCB ini sangat penting agar komponen proteksi dapat bekerja dengan baik. Monitoring PMCB dalam penulisan ini yaitu sumber tegangan AC 220 Volt, tegangan baterai 24 Volt, suhu kotak PMCB yang terpasang *heater* dan suhu baterai pada control panel. Selama ini pengambilan data monitoring baterai pada PMCB menggunakan cara konvensional. Maka dibuatlah suatu alat untuk monitoring secara *real-time*. Alat yang dibuat berbasis Arduino Mega 2560 akan mampu mendeteksi tegangan dan suhu pada PMCB dengan bantuan sensor yang dapat mengirim notifikasi melalui SMS. Pengukuran secara *real-time* telah diuji dengan ketahanan operasi selama 5 jam. Alat ini dapat mengukur suhu dengan tingkat ketelitian pembacaan $\pm 2^{\circ}\text{C}$, mengukur tegangan DC dengan tingkat ketelitian $\pm 1 \text{ V}_{\text{DC}}$, dan mengukur tegangan AC dengan tingkat ketelitian $\pm 5 \text{ V}_{\text{AC}}$.

Kata kunci: PMCB, Tegangan, Suhu, SMS.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kehandalan suatu sistem jaringan listrik menjadi prioritas utama. Upaya yang kongkret harus dilakukan. Peningkatan mutu pelayanan dan memperkuat sistem jaringan listrik yang aman terhadap lingkungan. Pada makalah kali ini saya membuat suatu alat monitoring PMCB secara *real-time*. Untuk memudahkan petugas dalam mengontrol kondisi *heater* dan *battery* melalui SMS berbasis Arduino Mega 2560.

1.2. Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah :

1. Menghasilkan suatu sistem kendali yang *real-time* pada komponen PMCB
2. Mengirimkan data monitoring suhu pada *heater* dan *battery* maupun tegangan *power source* PMCB
3. Mempermudah dalam pengambilan data suhu dan tegangan yang dikirimkan melalui sms tanpa harus ke lapangan

1.3. Rumusan Masalah

Sesuai dengan tujuan yang telah diuraikan, pembahasan ini akan lebih ditekankan pada :

1. Bagaimana rancangan suatu alat monitoring *real-time* untuk *heater* dan

battery pada PMCB yang mempermudah dalam memantau data?

2. Bagaimana proses monitoring suhu pada *heater*, *battery*, maupun tegangan *power source* PMCB dan transfer data ke *user* oleh Arduino Mega 2560 ?
3. Bagaimana akurasi hasil monitoring dan waktu transfer data?

1.4. Batasan Masalah

Agar pembahasan ini lebih terarah sesuai dengan rumusan masalah maka pembahasan ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Disimulasikan sesuai dengan kondisi PMCB di lapangan selama 5 jam.
2. Komponen yang dimonitoring adalah *heater* dan *battery* PMCB
3. Hanya menggunakan 2 sensor suhu DHT11 sebagai pengukur suhu, 1 sensor ZMPT101B sebagai pengukur tegangan AC dan *voltage divider* sebagai pengukur tegangan DC
4. Tidak membahas detail proses transfer data pada modul SIM800L.

II. TINJAUAN PUSATAKA

1.1. Pemeliharaan

Preventive Maintenance adalah pemeliharaan yang dilakukan pada interval atau kriteria yang telah ditentukan untuk mengurangi kemungkinan kerusakan atau

degradasi fungsi mesin/peralatan. Pengawasan terhadap performa dan parameter kondisi pada *condition based maintenance* (CBM), menurut Bengtsson, dapat dilakukan berdasarkan jadwal yang ditentukan atau kontinyu.

1.2. PMCB

PMCB (Pole Mounted Circuit Breaker) adalah sistem pengamanan pada Tiang Portal di Pelanggan Tegangan Menengah 20 kV yang dipasang di tengah jaringan, tengah beban, di daerah yang sering gangguan, ataupun di daerah yang diprioritaskan. Dengan menggunakan PMCB, daerah yang padam akan lebih berkurang. Sehingga petugas dalam melokalisasi gangguan di suatu daerah akan lebih cepat sistem penormalannya.

1.3. Arduino Mega 2560 R3



Gambar 1. Arduino Mega 2560

Perangkat keras berbentuk rangkaian elektronik dengan ukuran yang kecil dan berfungsi sebagai kontroler. Dihubungkan dengan sensor yang akan memberikan informasi keadaan obyek atau lingkungan di sekitarnya, kemudian mengolah informasi tersebut lalu menghasilkan suatu aksi.

1.4. Sensor DHT11

Sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Sensor ini sangat mudah digunakan bersama dengan Arduino Mega 2560 karena memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP *program memory*.

1.5. Modul SIM800L

SIM800L adalah modul SIM yang digunakan pada penelitian ini. Modul SIM800L GSM/GPRS adalah bagian yang berfungsi untuk berkomunikasi antara pemantau utama dengan *Handphone*. ATCommand adalah perintah yang dapat

diberikan modem GSM/CDMA seperti untuk mengirim dan menerima data berbasis GSM/GPRS, atau mengirim dan menerima SMS. SIM800L GSM/GPRS dikendalikan melalui perintah AT.

1.6. Resistive Voltage Divider

Resistive voltage divider memiliki fungsi utama sebagai pembagi antara *voltage input* dan *voltage output* sehingga rangkaian *resistive voltage divider* akan menurunkan sebagian besar tegangan yang masuk. Dalam rangkaian paling sederhana *Resistive Voltage divider* biasanya terdiri dari 2 resistor yang dirangki seri. Rumus *resistive voltage divider* untuk menghitung *voltage output* adalah sebagai berikut :

$$V_{out} = V_{in} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

V_{out} : Tegangan Keluaran (Volt)

V_{in} : Tegangan Masukan (Volt)

R_1 dan R_2 : Nilai Perbandingan Resistansi yang akan menurunkan tegangan Input (Ω)

1.7. Modul ZMPT101B

Modul ZMPT101B merupakan modul yang dapat digunakan untuk mengukur tegangan AC 1 Fasa. Sensor ini dirancang menggunakan satu buah transformator dan satu buah IC OPAMP (*operating amplifier*).

Untuk mendapatkan hasil yang akurat dengan menggunakan modul ZMPT101B maka dalam *coding arduino* harus dilakukan *Digital Signal Processing* yaitu menggunakan library *filters.h*.

1.8. Digital Signal Processing

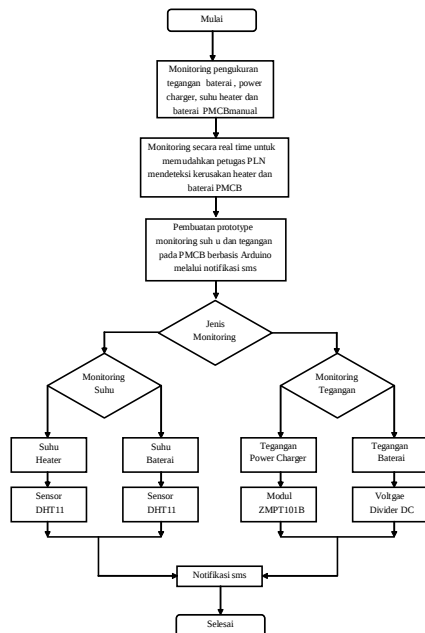
Tujuan utama melakukan *Digital Signal Processing* adalah untuk melakukan pemrosesan pada sinyal terutama sinyal elektronika. ADC (*Analog-to-Digital Conversion*) dan DAC (*Digital-to-Analog Conversion*) merupakan proses yang sering dilakukan oleh komputer untuk memproses sinyal. Informasi digital berbeda dengan *continous counterpart*-nya yaitu, informasi digital adalah informasi yang ter-sampling dan terkuantisasi.

1.9. Library Filters.h

Library Filters.h merupakan library yang dapat melakukan *real-time digital signal*

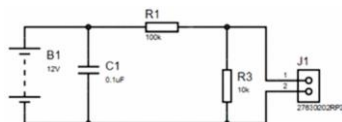
processing untuk arduino. Library ini menerapkan *digital filters* yang melakukan tiruan dari *analog filters*. Pada library ini memiliki dua jenis filter yaitu *FiltersOnePole* dan *FiltersTwoPole*. Library ini juga mengimplementasikan IIR (*infinite impulse response*) filter yang akan memungkinkan untuk beroperasi secara *real-time*.

III. METODE PENELITIAN



Gambar 9. Diagram Alir Penyelesaian Masalah

3.1. Rancangan Modul Voltage Divider



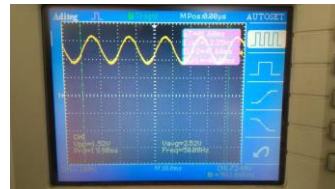
Gambar 2. Rancangan Voltage Divider DC

Pada rangkaian diatas, voltage input dihubungkan dengan *capacitor* untuk memfiler dan menstabilkan tegangan yang masuk sebelum dibagi menggunakan resistor. Tegangan input dari baterai akan diturunkan menjadi kurang dari 5V_{dc}.

3.2. Kalibrasi Modul ZMPT101B

Kalibrasi modul ZMPT101B dapat dilakukan dengan mengkalibrasi sinyal keluaran dari modul dengan cara memutar

trimmer potentiometer pada modul sehingga didapat sinyal sinus yang beresilasi diatas tegangan 0V dengan distorsi pada sinyal paling minimum. Hal ini didasarkan pada pin arduino yang hanya dapat membaca nilai yang berada di atas 0V yaitu sinyal DC.

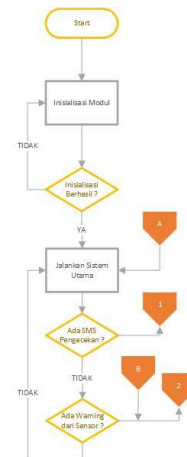


Gambar 3. Sinyal Keluaran ZMPT101B Hasil Kalibrasi

Setelah melakukan kalibrasi pada alat maka sinyal akan difilter menggunakan *coding* dengan menerapkan *library Filters.h* agar mendapatkan hasil yang presisi.

3.3. Flow Chart Coding Arduino

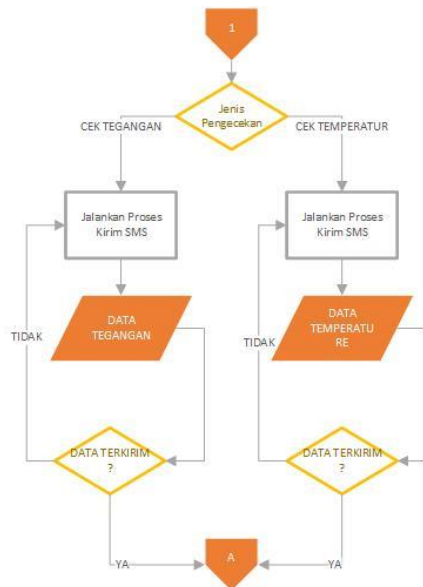
Saat pertama kali menghidupkan Arduino, maka *coding* pada algoritma akan menginisialisasi semua kebutuhan variabel dan semua delay untuk menghidupkan sensor. Jika inisialisasi berhasil maka akan dilanjutkan dengan memulai sistem urama pada arduino yaitu melakukan pengecekan SMS masuk dan pengecekan interupsi dari sensor yang sudah di tentukan pada koding.



Gambar 4. Flow Chart Pemograman Sistem

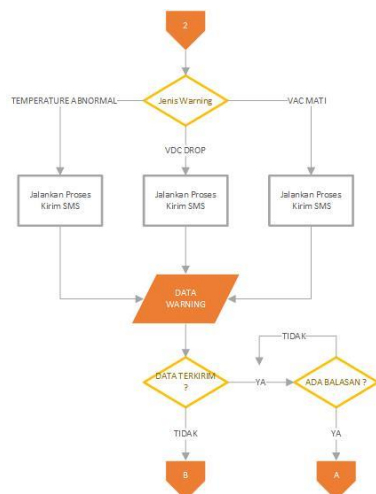
Selanjutnya jika ada SMS masuk maka sistem akan menjalankan proses kirim sms yang berisi data yang diinginkan oleh pengirim sms. Data yang dapat diberikan oleh alat ini adalah data suhu dan tegangan sesuai

dengan *coding* yang diterapkan kedalam Arduino.



Gambar 5. Flow Chart Perintah Pengecekan

Jika data berhasil terkirim maka Arduino akan melanjutkan proses utamanya secara simultan yaitu pengecekan SMS dan atau *Real-time monitoring* pada modul.

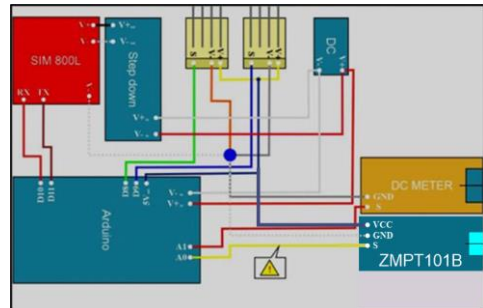


Gambar 6. Flow Chart Warning System

Saat ada interupsi *warning* dari sensor maka modul akan memeriksa jenis *warning* yang sedang terjadi. Dan semua jenis *warning* akan menghasilkan proses yang berbeda-beda yang nantinya akan disatukan menjadi 1 variabel yang dilanjutkan dengan pengiriman SMS kepada *User*. Selanjutnya

arduino akan *mem-break* sistem utamanya sampai ada respon dari teknisi (*user*).

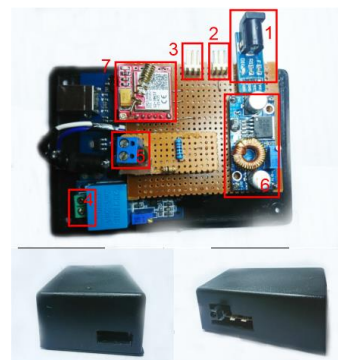
3.4. Rancangan Keseluruhan Sistem



Gambar 7. Single Line Diagram Rancangan Arduino

Arduino merupakan perangkat modul utama yang berfungsi sebagai pengendali mikro-singleboard dari keseluruhan modul-modul pendukung. Arduino bekerja dengan cara menerima dan mengirimkan data yang diperoleh dari sensor dan kemudian akan diolah dan digunakan saat dibutuhkan.

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN



Gambar 8. Alat Hasil Penelitian

Prototype hardware yang telah berhasil dibuat telah menggunakan box dengan material abs yang membuat konstruksi alat tersebut lebih tahan panas dan lebih kuat dibandingkan menggunakan plastik biasa. Di dalam box tersebut terdapat 8 modul (termasuk arduino) yang sudah saling ter-integrasi dengan baik.

4.1. Pengujian Modul ZMPT101B

Pengujian Modul ZMPT101B dilakukan dengan mengukur tegangan pada sumber

menggunakan avometer dan mengukur tegangan sumber dengan *coding* pada arduino mega 2560 melalui serial monitor. Hasil tegangan uji 208 V yang terbaca arduino 206 V. Diferensiasi +/- 5V dari tegangan terukur di avometer dan modul dapat hidup dalam waktu lebih dari 5 jam.

4.2. Pengujian Modul Voltage Divider

Pengujian modul *voltage divider* dilakukan dengan mengukur tegangan suatu *power supply* menggunakan mode *dc voltage measurement* pada avometer dan mengukur tegangan yang terbaca menggunakan arduino mega 2560 melalui serial monitor. Percobaan tegangan 12,8 VDC yang terbaca pada *serial monitor* adalah 12,6 VDC. Diferensiasi + - 1 V dari tegangan terukur di avometer.

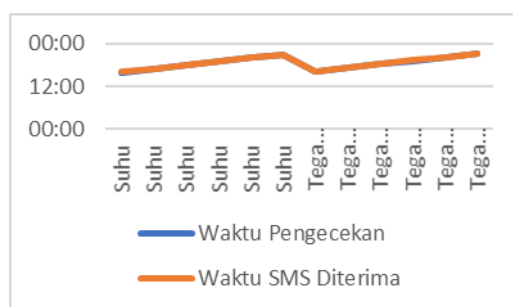
4.3. Pengujian Modul DHT11

Simulasi dengan beberapa nilai temperatur suhu menggunakan pemanas *blower*. Pada 18°C suhu thermometer yang terukur di modul DHT11 A 18°C dan modul DHT11 18°C. Hasil dari pembacaan modul ini presisi karena diferensiasinya adalah 0.

4.4. Pengujian Modul XL4005

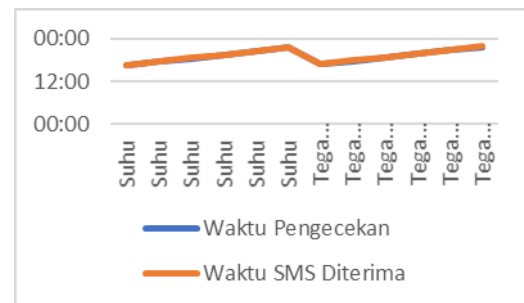
Tegangan input ke modul ini berkisar antara 12-25V sedangkan *range* tegangan *output* 3,7-4V. Hasil pengujian dari tegangan *input* 12.8V, 15.5V, 16.4V, 18.4V dan sampai pada tegangan tertinggi 25V *output* modul ini konstan dengan nilai 3.91V. Hal ini membuktikan bahwa modul XL4005 yang digunakan baik.

4.5. Pengujian Keseluruhan Alat



Gambar 9. Grafik Hasil Keseluruhan Alat (Normal)

Berdasarkan Gambar 21. Alat *preventive condition monitoring* yang telah berhasil dibuat saat ini berfungsi dengan baik. Hal ini didasarkan pada waktu respon alat yang sudah memenuhi kriteria yaitu berada di angka kurang dari 10 menit dari waktu *request*.



Gambar 10. Grafik Hasil Keseluruhan Alat (Abnormal)

Berdasarkan Gambar 22. Alat *preventive condition based monitoring* yang telah berhasil dibuat saat ini berfungsi dengan baik. Hal ini didasarkan pada waktu response alat yang sudah memenuhi kriteria yaitu berada di angka kurang dari 10 menit dari waktu keadaan abnormal.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada bagian akhir skripsi ini, penulis akan memaparkan kesimpulan yang diambil dari temuan pada hasil penelitian. Secara umum, alat ini sangat membantu dari segi efisiensi waktu dan keakuratan data dalam memonitoring PMCB. Secara lebih detail dari hasil pengujian sistem dapat disimpulkan:

1. Sistem monitoring suhu pada *heater* dan *battery* maupun tegangan pada *power source* PMCB berbasis Arduino Mega 2560 yang mampu mengolah data dari 2 jenis sensor (sensor suhu DHT11, sensor tegangan AC ZMPT101B, Sensor tegangan DC *Voltage Divider*).
2. Alat ini dapat bekerja secara *real-time* untuk melakukan pengukuran suhu dan tegangan pada PMCB serta melakukan notifikasi kepada petugas dengan interval waktu rata-rata kurang dari 10 menit yang dibuktikan dari hasil pengujian. Dalam keadaan sistem normal pengiriman SMS dengan perintah “CEK TEGANGAN” adalah “Voltase Baterai = 25,16 V, Voltase AC Source = 234,50

- V”. Kemudian pada perintah SMS “CEK SUHU” hasil SMS yang didapat “Suhu di *Control Panel* = 38,40 °C, Suhu di PMCB = 54,40 °C. Pada keadaan sistem abnormal SMS yang dikirimkan sistem ke *User* yaitu “AC *Source* Mati, Suhu di PMCB = 34,40 °C. Segera Periksa, dan Suhu di *Control Panel* = 43,80 °C. Segera Periksa”.
3. Alat ini dapat mengukur suhu dengan tingkat ketelitian pembacaan $\pm 2^{\circ}\text{C}$, mengukur tegangan DC dengan tingkat ketelitian $\pm 1 \text{ VDC}$, dan mengukur tegangan AC dengan tingkat ketelitian $\pm 5 \text{ VAC}$.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian di lapangan maka diberikan beberapa saran yang dapat berguna bagi lembaga maupun peneliti yang akan meneliti alat yang serupa, yaitu:

1. Pada box komponen untuk pengembangan alat selanjutnya agar diberi exhaust fan untuk meminimalisir efek panas yang pada keseluruhan alat tersebut.
2. PCB untuk Arduino Shield dibuat ulang menggunakan PCB cetak standart pabrikan untuk mengurangi resiko terjadinya short-circuit.
3. Memberi konektor khusus agar proses instalasi di PMCB dapat langsung plug-n-play dan mengganti box dengan bahan aluminium untuk memperkuat struktur luar alat.
4. Pengembangan penelitian selanjutnya rancangan alat monitoring ini diimplementasikan pada PMCB di UP3 Pasuruan.
5. Power supply pada input Modul SIM800L dihubungkan dengan Modul XL4005 karena tegangan Modul SIM800L berkisar antara 3,4 sampai 4 V, dengan arus sebesar 2A agar kerja Modul SIM800L dalam pengiriman SMS dapat berjalan dengan optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Haryawan, Agus, Salechan. 2017. Pengembangan Bahan Ajar Mikrokontroler Berbasis Arduino. Surakarta : Politeknik Pratama Mulia Surakarta.
- Hawatif, M. Busrol. 2014. Perencanaan Pemasangan PMCB (Pole Mounted Circuit Breaker) Pada Penyulang Bima GI Talang Kelapa PT. PLN (PERSERO). Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Hewes, John. 2006. AC, DC and Electrical Signals : The Electronics Club.
- Hutagalung, Deanna Durbin. 2018. Sistem Monitoring Dan Keamanan Pintu Berbasis Sms Menggunakan Arduino Uno. Pamulang : Fakultas Teknik Informatika Universitas Pamulang.
- Pusat Pendidikan Dan Pelatihan PT. PLN (Persero). 2014. Pengenalan Kubikel 20kV. Jakarta : Perusahaan Umum Listrik Negara
- Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan Unit Workshop Dan Pemeliharaan III. 2011. Manual Book PMCB. Surabaya.
- Smith, Steven W. 1999. The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing. California : California Technical Publishing San Diego.
- Sukya, Fadelis, Andi Kusuma Indrawan. 2016. Aplikasi monitoring proteksi jaringan listrik PLN dengan menggunakan teknologi SMS studi kasus PLN Area Kediri. Kediri : Politeknik Kediri.
- SPLN No. 59-1985.(1985). Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV. Jakarta: Perusahaan Umum Listrik Negara.
- SPLN No. 68-1989.(1985). Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik. Jakarta: Perusahaan Umum Listrik Negara.
- Todd, Carl David. 2008. The Potentiometer Handbook. New York : McGraw-Hill Book Company.
- Widodo, Hendro Agus, M Bima, Urip Mudjiono, Irfan Kristiawan. 2018. Pembuatan Sistem Monitoring dan Pengendalian Suhu Gardu Trafo dengan Internet Of Things. Surabaya : Teknik Kelistrikan Kapal PPNS Surabaya