

SISTEM MONITORING KONDISI AIR CONDITIONING BERDASARKAN PENGGUNAAN ENERGI DAN SUHU RUANG

Suhanto¹⁾, Kustori²⁾

*^{1),2)}Prodi D3 Teknik Listrik Bandar Udara, Akademi Teknik dan Keselamatan Penerbangan Surabaya
Jl. Jemur Andayani I No 73 Surabaya 60236
Email : nadiafather@gmail.com*

Abstrak . Pemasangan Building Automation System (BAS) pada sebuah gedung memberi cukup banyak manfaat, antara lain memudahkan dalam pemantauan dan pengendalian peralatan gedung, meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik dan meningkatkan kenyamanan penghuni gedung. Air Conditioning (AC) merupakan salah satu jenis perangkat elektronik yang cukup banyak pada gedung dan menyerap energi listrik paling besar. Penyerapan energi oleh AC sangat dipengaruhi oleh keadaan AC itu sendiri, dimana saat AC dalam kondisi kotor, rusak atau kemampuannya dibawah kebutuhan ruang maka energi yang diserap akan lebih besar dibanding dalam kondisi normal atau bersih. Hingga saat ini masih belum ada dipasaran sistem yang dapat memberikan informasi terkait kondisi AC dan kapan AC harus dibersihkan, padahal jika kondisi tersebut dapat diketahui maka energi yang terbuang akibat AC tidak bekerja maksimal dapat dikurangi. Sistem monitoring AC ini pada prinsipnya memonitor penggunaan energi listrik dimana saat kondisi AC mengalami kerusakan atau kotor maka waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu tertentu lebih lama dibanding saat kondisi baik atau normal. Pada penelitian ini telah diimplementasikan sebuah prototipe sistem monitoring kondisi AC berdasarkan penggunaan energi dan suhu ruang, sistem ini terdiri atas sebuah thermal transmitter, current transmitter, sistem mikrokontroler dan Human Machine Interface (HMI). Komunikasi antar device menggunakan komunikasi Modbus TCP. Hasil pengujian menunjukkan rerata selisih waktu pencapaian suhu saat AC dalam kondisi baik dengan AC dalam kondisi kotor adalah 21 menit, dan keberhasilan sistem dalam mendeteksi kondisi AC adalah 90%.

Kata kunci: Human Machine Interface, Air Conditioning, Mikrokontroler.

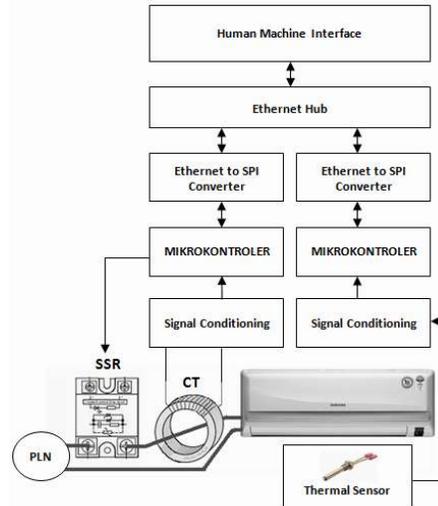
1. Pendahuluan

Keberadaan indonesia di daerah tropis menjadikan kondisi suhu lingkungan cenderung panas setiap tahun. Hal ini sangat mempengaruhi banyaknya jumlah pengguna Air Conditioning (AC) untuk mendinginkan ruangan. Tren jumlah pengguna AC di indonesia meningkat cukup besar tiap tahunnya, hal ini karena suhu bumi semakin meningkat serta murahnya harga AC dipasaran indonesia. Peningkatan jumlah tersebut menjadikan kebutuhan energi listrik meningkat cukup tajam, sehingga pemerintah harus dapat meningkatkan sumber listrik dengan membangun pembangkit baru. Besarnya energi yang dipakai untuk menjalankan AC sangat bergantung dengan kondisi AC, dimana jika AC dalam perawatan yang teratur akan sangat menghemat penggunaan energi. Tetapi jika AC dalam kondisi kotor akan mengkonsumsi energi lebih besar karena proses pendinginan menjadi lama akibat kotoran yang menghambat proses transfer panas.

Penambahan sistem pengukur penggunaan energi listrik dan suhu ruang pada AC dapat membantu memberikan informasi terkait waktu yang tepat untuk membersihkan AC. Pembersihan AC secara tepat sesuai kondisi sangat membantu dalam konservasi energi listrik. Jika AC terlalu sering di bersihkan akan meningkatkan biaya maintenance dan jika jarang dibersihkan akan meningkatkan konsumsi energi listrik.

Diagram Blok Sistem

Sistem monitoring kondisi AC berdasarkan arus listrik dan gradien perubahan temperatur pada penelitian ini memiliki diagram blokseperti pada Gambar 1.

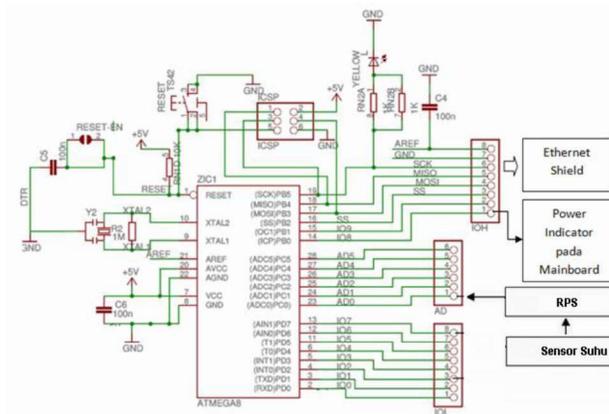


Gambar 26. Diagram blok sistem

Sistem monitoring ini terdiri atas 3 bagian utama, yaitu thermal transmitter, current transmitter dan Human Machine Interface (HMI). Thermal transmitter berfungsi membaca temperatur ruang dimana AC terpasang dan mengirimkan datanya ke HMI melalui jaringan ethernet menggunakan protocol MODBUS TCP. Current transmitter berfungsi mengukur besarnya arus pemakaian AC dan mengirimkan datanya ke HMI. Pengendalian penyalan AC dilakukan oleh mikrokontroler yang ada di current transmitter emnggunakan device driver berupa Solid State Relay (SSR). Informasi semua data pengukuran dari transmitter dan sinyal kontrol pada AC tertampil di HMI dengan menu tampilan berupa grafik antara besarnya arus listrik yang dipakai AC terhadap waktu dan grafik antara suhu ruang terhadap waktu.

Thermal Transmitter

Thermal transmitter merupakan sistem instrument yang digunakan untuk mengukur suhu ruangan dengan luaran berupa data digital. Format protokol komunikasi transmitter ini adalah Modbus TCP, sehingga komunikasi antara thermal transmitter dengan HMI menggunakan jaringan ethernet. Perangkat keras sistem ini terdiri atas sebuah sensor suhu LM35, mikrokontroler ATmega328 dan SPI to ethernet converter menggunakan IC Wiznet W5100. Skematik rangkain thermal transmitter seperti gambar 2.

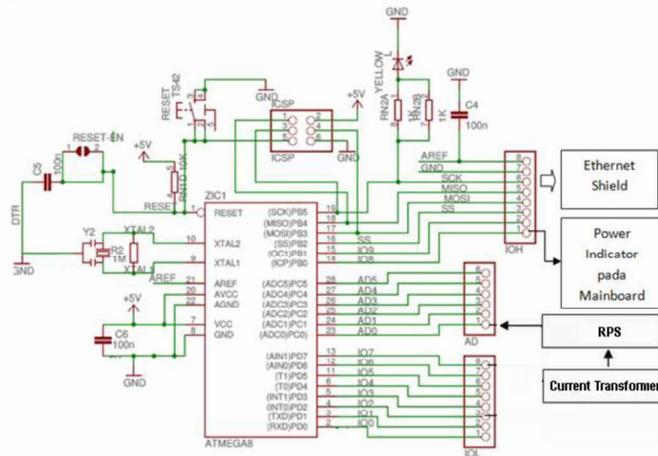


Gambar 2. Skematik thermal transmitter

Mikrokontroler mengendalikan proses pembacaan sinyal dari sensor suhu, mengkonversi menjadi data digital hingga mengemas data dalam format protokol Modbus TCP. Thermal transmitter dalam sistem jaringan komunikasi ini sebagai slave dengan HMI sebagai masternya, sehingga pengiriman data ke master hanya saat master memerintahkan untuk mengirimkan data.

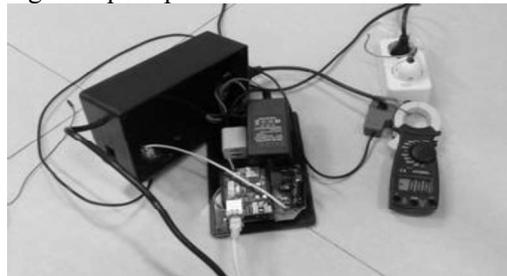
Current Transmitter

Current transmitter merupakan sistem instrument yang digunakan untuk mengukur besarnya arus listrik yang digunakan oleh AC. Sinyal luaran sistem instrument ini berupa data digital dengan format protokol Modbus TCP, sehingga komunikasi antara current transmitter dengan HMI menggunakan jaringan ethernet. Perangkat keras sistem ini terdiri atas sebuah sensor arus menggunakan current transformer, mikrokontroler ATmega328 dan SPI to ethernet converter menggunakan IC Wiznet W5100. Skematik rangkain thermal transmitter seperti Gambar 2.



Gambar 2. Skematik thermal transmitter

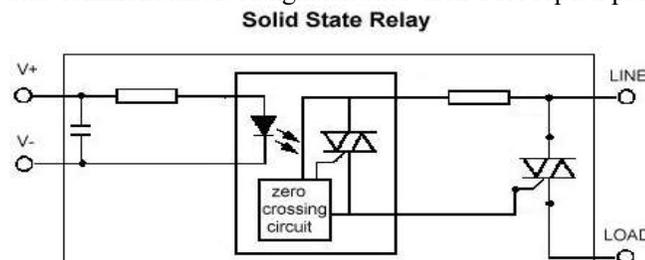
Mikrokontroler menjadi pengendali utama dalam sistem ini, dimana pembacaan arus listrik, penskalaan dan linearisasi serta pemaketan data sesuai protokol Modbus TCP dilakukan oleh mikrokontroler ATmega 328. Sinyal luaran current transformer dikuatkan dan di filter secara analog dalam Rangkaian Pengkondisi Sinyal (RPS) sehingga luaran dari RPS cukup untuk diakuisisi menggunakan ADC 10 bit yang ada didalam mikrokontroler. Mikrokontroler didalam current transmitter juga sebagai pengendali penyalan AC secara telecontrol melalui HMI. Hasil implementasi perancangan sistem monitoring ini seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil implementasi perancangan sistem monitoring AC

Solid State Relay

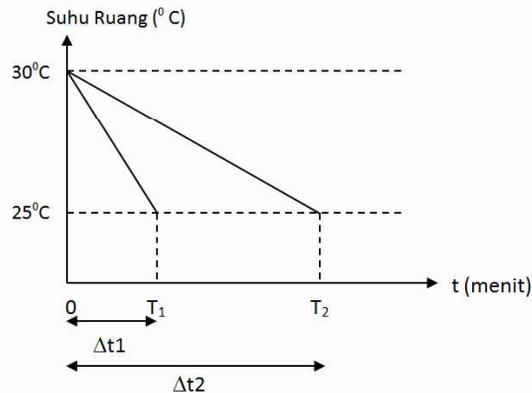
Solid state relay (SSR) merupakan bagian divais driver yang mengendalikan aliran arus dari jaringan sumber listrik ke AC. SSR merupakan perangkat pemutus dan penyambung arus listrik menggunakan komponen solid state atau semikonduktor. Rangkaian ekuivalen SSR seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian ekuivalent SSR

Algoritma Penentuan Kondisi AC

Metode penentuan kondisi AC didasarkan pada perbedaan waktu yang dibutuhkan untuk mendinginkan ruangan pada selisih suhu tertentu antara saat AC dalam kondisi bersih dengan kondisi yang diukur, sehingga kondisi AC yang bersih dan normal menjadi acuan dasar. Sebagai ilustrasi metode ini seperti pada gambar 2.5. berikut ini.



Gambar 5. Ilustrasi metode penentuan kondisi AC

Grafik pada gambar 2.5 menunjukkan besarnya waktu yang dibutuhkan AC dalam kondisi normal dan bersih untuk menurunkan suhu ruangan dari suhu 30°C menjadi 25°C yaitu selama Δt_1 . Δt_2 merupakan besarnya waktu yang dibutuhkan AC yang dalam kondisi kotor untuk menurunkan suhu dari 30°C menjadi 25°C. Besarnya selisih antara Δt_1 dan Δt_2 jika dikalikan dengan daya AC yang bekerja menunjukkan energi yang terbuang akibat AC bekerja kurang optimal. Energi yang terbuang tersebut akan semakin besar jika kondisi AC semakin kotor atau cairan freon dalam AC berkurang. Besarnya selisih waktu tersebut dihitung oleh mikrokontroler berdasarkan sensor suhu dan arus.

2. Pembahasan

Pengujian dan Analisa

Pengujian sistem monitoring kondisi AC ini meliputi beberapa bagian sub sistem yaitu sistem thermal transmitter, current transmitter dan pengujian sistem keseluruhan.

Pengujian Sistem Thermal Transmitter

Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran suhu ruang oleh thermal transmitter dengan sebuah thermometer digital yang telah terkalibrasi. Hasil pembacaan thermal transmitter tersebut juga dibandingkan antara yang terbaca di mikrokontroler dengan hasil yang dikirim ke HMI menggunakan protokol Modbus TCP. Hasil pengujian tersebut seperti pada Tabel 1. berikut ini:

Tabel 1. Hasil pengujian thermal transmitter

No	Thermal Transmitter (°C)	HMI (°C)	Thermometer digital (°C)	Kesalahan (%)
1	30,5	30,5	30,00	1,67
2	29,1	29,1	29,02	0,28
3	28,5	28,5	28,33	0,60
4	27,3	27,3	27,29	0,04
5	26,0	26,0	26,01	0,04
6	25,0	25,0	25,04	0,16
7	24,3	24,3	23,21	4,70
8	23,0	23,0	23,03	0,13
9	22,2	22,2	22,05	0,68
10	21,0	21,0	21,10	0,47
Rerata				0,88

Berdasarkan tabel data pengujian tersebut terlihat rerata kesalahan sistem thermal transmitter adalah 0,88%. Kesalahan ini dikarenakan IC sensor suhu LM35 memiliki akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Komunikasi antara thermal transmitter sebagai slave dengan HMI sebagai master bekerja 100%.

Pengujian Sistem Current Transmitter

Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran arus listrik yang dipakai AC saat bekerja dengan ampere meter. Hasil pengujian tersebut seperti pada tabel 2. berikut ini:

Tabel 2. Hasil pengujian current transmitter

No	Current Transmitter (A)	HMI (A)	Ampere meter digital (A)	Kesalahan (%)
1	0,5	0,5	0,49	2,0
2	1,1	1,1	1,15	4,4
3	1,5	1,5	1,44	4,2
4	2,0	2,0	2,08	3,9
5	2,2	2,2	2,15	2,4
Rerata				3,4

Berdasarkan tabel data pengujian tersebut terlihat rerata kesalahan sistem current transmitter adalah 3,4%. Komunikasi antara thermal transmitter sebagai slave dengan HMI sebagai master bekerja 100%.

Pengujian sistem terintegrasi

Sistem terintegrasi yang dimaksud adalah sistem hasil integrasi beberapa sub sistem yang meliputi thermal transmitter, current transmitter dan HMI. Pengujian ini dilakukan dengan cara memasang sistem tersebut pada sebuah AC untuk mendinginkan ruangan dengan luasan tertentu. Pengujian pertama adalah saat AC dalam kondisi masih bersih dimana waktu proses pendinginan tersebut dijadikan sebagai waktu referensi. Pengujian selanjutnya adalah pengukuran waktu pendinginan saat kondisi AC kotor, dimana untuk mensimulasikan kondisi A tersebut pada filter saringan udara masuk di sisi indor diberi beberapa lapisan kapas sehingga akan menghambat aliran udara. Hasil pengujian kondisi tersebut seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian current transmitter

No	Kondisi AC	Suhu Awal ($^{\circ}\text{C}$)	Suhu Akhir ($^{\circ}\text{C}$)	Waktu proses (menit)
1	Bersih	30	25	15
2	Kotor 1	30	25	20
3	Kotor 2	30	25	25
4	Kotor 3	30	25	35

Berdasarkan tabel data pengujian tersebut terlihat semakin tinggi tingkat kotor kondisi AC maka waktu proses untuk mendinginkan suhu ruangan dari suhu awal misalnya 30°C menjadi 25°C .

Menguraikan hasil analisis kualitatif dan/atau kuantitatif dengan penekanan pada jawaban atas permasalahan. Pembahasan juga dikembangkan dengan hasil-hasil penelitian sudah ada berikut referensi yang mendukung. Isi didukung dengan gambar dan tabel yang dirujuk dalam naskah.

3. Simpulan

Dari hasil pengujian terhadap sistem monitoring AC berdasarkan waktu proses pendinginan ruangan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Thermal transmitter hasil implementasi memiliki rerata kesalahan pengukuran 0,88%.
2. Current trasnmmitter hasil implementasi memiliki rerata kesalahan pengukuran 3,4%
3. Sistem monitoring mampu mengukur tingkat kondisi AC berdasarkan waktu proses dalam mendinginkan ruangan.
4. Sistem protokol komunikasi dengan Modbus TCP bekerja baik.

Daftar Pustaka

- [1]. *“Teknik Dasar AC”*, DPMK, Dirjen Diknas 2003.
- [2]. W. Durfee, ”Arduino Microcontroller Guide”, University of Minnesota 2011.
- [3]. https://openenergymonitor.org/emon/Current_Transformer_Installation.
- [4]. <http://scionelectronics.com/product/lm35-temperature-sensor-module/>