Pengendalian Kecepatan Kipas dan Kompresor pada *Air Conditioning* untuk Kenyamanan Termal Menggunakan PLC

Waluyo, Andre Widura, Wahyu Agung Purbandoko
Jurusan Teknik Elektro,
Institut Teknologi Nasional Bandung
Jl. PKH. Mustapha No. 23, Bandung 40124
waluyo@itenas.ac.id, andre.widura@itenas.ac.id, wahyu78agung@gmail.com

Abstrak

Pemakaian air conditioning (AC) saat ini sudah semakin meningkat untuk pengkondisian ruangan maupun gedung. AC banyak digunakan karena cuaca yang sering tidak menentu pada kondisi saat ini. Kebanyakan konsumen menginginkan AC yang hemat energi untuk digunakan pada ruangannya. Pada penelitian ini dilakukan perancangan untuk membuat AC portabel konvensional menjadi AC yang hemat energi. Untuk melakukan penelitian ini AC portable tersebut dikendalikan oleh PLC M221CE16R. PLC tersebut digunakan sebagai pengganti kendali dari modul AC tersebut. Untuk mengkondisikan suhu ruangan yang akan dicapai oleh AC tersebut maka dibutuhkan sebuah sensor yang akan mendeteksi keadaan ruangan. Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor suhu dan kelembaban beserta transmitter 4-20 mA. Pada tahap penelitian ini dilakukan tiga titik temperature pengujian, yaitu 20,7^{o}C, 23,7^{o}C dan 25,2^{o}C, dimana ketiganya sudah bersesuaian antara software dan hardware.

Key words : AC, hardware, PLC, software, temperatur

1.Pendahuluan

Energi adalah kebutuhan utama untuk menggerakkan aktivitas ekonomi dan masyarakat. Cadangan energi semakin menipis, sementara kebutuhan energi makin bertambah. Penggunaan energi berlebihan dan boros, berdampak pada peningkatan biaya produksi, gejolak ekonomi dan sosial serta kerusakan lingkungan. Permasalahan energi semakin komplek sehingga manajemen penggunaan energi pada sisi beban, menjadi bagian penting dalam manajemen perusahaan [1].

Teknologi mesin pendingin saat ini secara signifikan mempengaruhi kehidupan dunia modern, tidak hanya terbatas untuk peningkatan kualitas dan kenyamanan hidup, namun juga menyentuh hal yang bersifat esensial penunjang kehidupan manusia. Mesin pendingin terbanyak digunakan adalah dengan siklus kompresi uap. Salah satu aplikasi mesin pendingin menggunakan siklus kompresi uap adalah AC (*air conditioner*). AC umumnya berfungsi sebagai pendingin dan menghasilkan udara yang nyaman. Hal ini dilakukan dengan pengendalian kondisi suhu, kelembaban, gerakan udara, tekanan udara, debu, bakteri, bau, gas beracun dan ionisasi [2].

Adapun permasalahan dalam pemakaian energi listrik pada gedung, khususnya gedung perkantoran yang besar, kurang terpantaunya dan terkendalinya penggunaan energi listrik, sehingga tidak mustahil menyebabkan keborosan. Pemakaian lampu dan AC (*air conditioning*) perlu dipertimbangkan terhadap tingkat pencahayaan dan temperatur ruangan. Lebih jauh, penggunaan energi listrik yang berlebihan, kurangnya kemampuan pasokan atau saluran dapat menyebabkan kebakaran atau bentuk kerugian lainnya. Oleh karena itu, hal-hal ini perlu diminimalisasi [3].

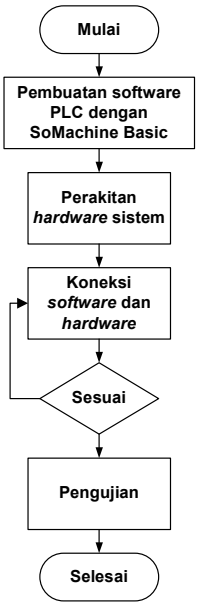
Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Waluyo dkk, 2017 telah dilakukan penelitian "*Implementation of Wireless Temperature, Humidity, Lighting and Active Power Online Monitoring Using PLC for Early Stage of Miniature Energy Savings"* untuk memantau besaran temperatur, kelembaban, pencahayaan dan daya aktif listrik, sebagai tahap awal dalam menghemat dan mengelola energi listrik secara miniatur. Penelitian telah dilakukan dalam perakitan komponen, yaitu sensor suhu, kelembaban, pencahayaan dan sensor daya aktif listrik, di mana mereka masing-masing dilengkapi oleh transmitter 4-20 mA.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah diperoleh sistem pengendalian untuk pendingin tata udara (*air conditioning*) menggunakan PLC secara otomatis, dimana pada tahap selanjutnya akan

diintegrasikan dengan Scada untuk pemantauan dan perekaman data dalam rangka penghematan energi listrik.

2.Metodologi

Dalam pencapaian tujuan penelitian ini, dilakukan rancangan program untuk mengendalikan kerja AC dengan PLC agar dapat dilakukan pengendalian secara otomatis. Pencapaian penelitian tersebut dilakukan dengan melaksanakan sejumlah langkah penyelesaian masalah sebagai metoda pelaksanaan kegiatan. Gambar 1 di bawah ini menjelaskan proses pengendalian PLC terhadap *air conditioning (AC)* yang akan diteliti.

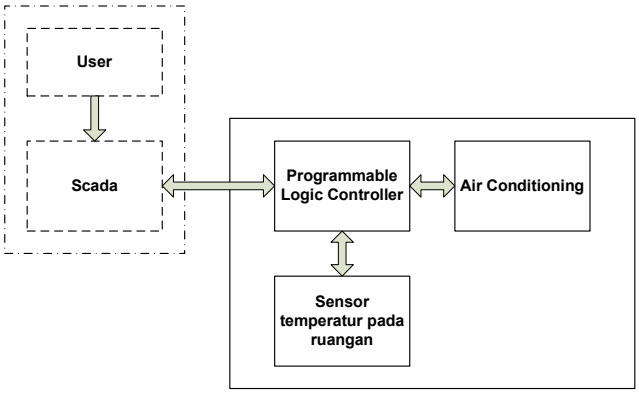


Gambar 1. Diagram alir penelitian

Gambar 1 menjelaskan langkah di mana sebelum memulai penelitian mempelajari tentang PLC maupun sistem tata udara (*air conditioning*). Dalam sistem tata udara yang digunakan, perlu diketahui cara kerja sistem tersebut. Hal tersebut berguna untuk melakukan pengendalian sistem tata udara tersebut secara otomatis yang akan dikendalikan oleh PLC dan, nantinya diintegrasikan dengan Scada. Setelah melakukan pengidentifikasi pada sistem tata udara tersebut maka penelitian dapat berlanjut ke pembuatan program pada aplikasi PLC yaitu *SoMachine Basic software*. Dalam membuat program ini, ditentukan komponen mana yang akan dikontrol oleh PLC, dan PLC menerima perintah dari sensor suhu yang digunakan. Dalam sensor suhu tersebut, ditentukan *set point* pada program PLC untuk menentukan ketika bekerja dan padam. Setelah perancangan dan pembuatan program PLC selesai, maka nantinya perlu dibuat program pada aplikasi Scada untuk *monitoring* dan *recording*.

2.1. Rancangan Sistem Penelitian

Gambar 2 memperlihatkan sistem rancangan secara optimal untuk mendapatkan hasil pengendalian kerja AC. Perancangan sistem ini dibagi menjadi dua bagian, yakni perancangan *hardware* dan perancangan *software*. Adapun perancangan kedua perangkat ini ditunjukkan sebagai berikut.



Gambar 2 Rancangan sistem pengontrolan *air conditioning*

Perancangan hardware pengendalian AC oleh PLC yang digunakan dalam implementasi sistem ini meliputi bagian sensor temperatur dan transmitter, relay, AC, PLC TM221CE16R, push button dan PC. Setiap bagian dari sistem ini kemudian saling dihubungkan sesuai dengan perencanaan.
Cara kerja dari sistem yang dirancang pada awalnya PLC yang telah dibuat program, menangkap perintah dari operator untuk mengatur nyala dan matinya sistem AC, kemudian operator mengatur suhu yang akan dicapai pada ruangan tersebut. Pada themperatur transmitter mempunyai besaran 4-20 mA. Setelah sensor membaca suhu yang akan dicapai maka sensor themperatur transmitter tersebut memberikan perintah ke PLC untuk menjalankan sistem AC. Maka AC bekerja secara program yang diinginkan.
Adapun perancangan *software* meliputi perancangan program pada software PLC, dan nantinya tampilan pada Scada. Program ini dirancang agar dapat mengatur kerja AC (on/off) secara otomatis, mengatur suhu pada suatu ruangan yang akan dikondisikan dan menampilkan keadaan suhu ruangan pada ruangan tersebut.

3. Hasil Penelitian

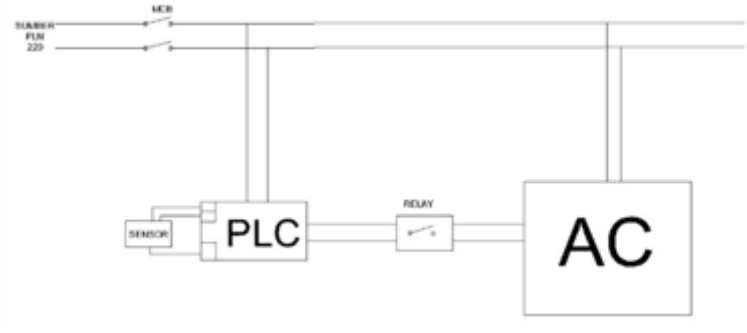
Hasil saat ini tahap perancangan terdiri dari perancangan *hardware* dan perancangan *software.* Setelah selesai tahap perancangan, tahap selanjutnya yaitu realisasi terhadap alat. Hasil yang telah didapat yaitu perancangan *hardware* dan perancangan *software* telah berhasil. Setelah itu, tahap selanjutnya yaitu pengukuran suhu dengan menggunakan sensor (*themperatur transmitter*) untuk mendapatkan set point berdasarkan hasil suhu yang didapat.

3.1. Perancangan Hardware

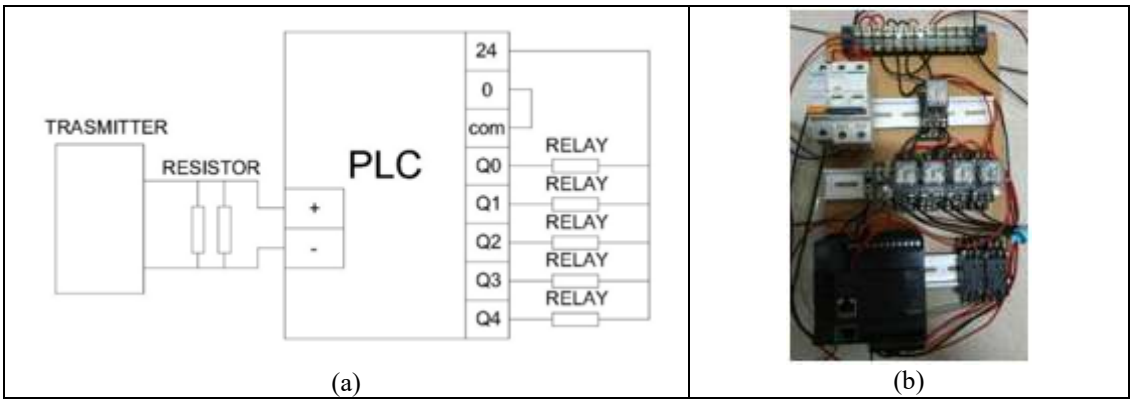
Perancangan *hardware* terdiri dari beberapa komponen yang saling terhubung. Komponen-komponen yang digunakan pada kegiatan ini adalah sebagai berikut :

1. Circuit Breaker 6A 2 buah
2. PLC Schneider M221CE16R
3. Relay 24 VDC SPST 6 buah
4. *Air Conditioningportable* dengan tipe AM-09 A4/LR1
5. Sensor suhu dan kelembaban (*Themperature, humidity transmitter*)
6. Kabel NYAF 450/750 V
7. Isolasi Kabel

Circuit breaker (CB) digunakan sebagai pengaman jika terjadi gangguan arus lebih yang dapat merusak komponen lainnya. *Transmitter* adalah dari sensor suhu (dan kelembaban) sebagai input analog PLC dan digunakan untuk nilai referensi untuk *running* dan matinya sistem *air conditioning* bekerja. PLC M221 sebagai kendali yang akan melakukan perintah terhadap setiap komponen berdasarkan sinyal input yang masuk. Relay SPST sebagai saklar untuk perintah sistem komponen pada *air conditioning* bekerja. Kabel NYAF untuk menghubungkan tiap komponen dan isolasi kabel untuk menutup sambungan kabel.
Gambar 3 berikut ini merupakan perancangan untuk penelitian, dimana PLC akan mengendalikan kerja dari sistem AC. Untuk mengendalikannya PLC dibantu oleh relay.



Gambar 3 Gambar perancangan penelitian

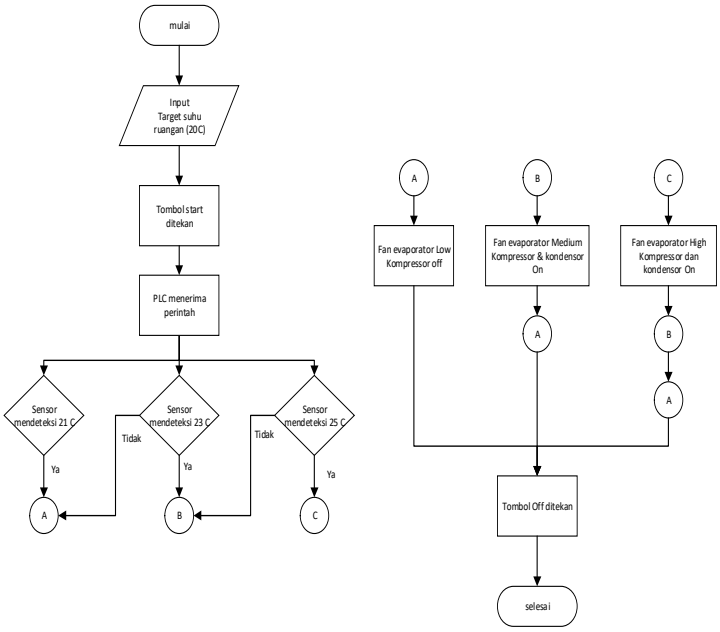


Gambar 4 Perancangan (a) dan hasil (b pada *hardware*.

Gambar 4(a) menunjukkan hubungan antara sinyal input yang berasal dari sensor *themperature transmitter* dengan PLC dan sinyal output PLC. Sinyal input yang berasal dari sensor *themperature transmitter* merupakan bentuk sinyal analog. Sinyal analog tersebut mengeluarkan nilai arus 4-20 mA. Sensor *themperature transmitter* dihubungkan paralel dua resistor dengan nilai masing-masing 1 kΩ agar didapatkan hasil keluaran tegangan 2-10 V. Hasil tegangan keluaran 2-10 V masih dalam batas spesifikasi dari nilai input analog PLC M221 dengan nilai input tegangan analog sebesar 0-10 V. Nilai yang didapat dari sensor akan diprogram menggunakan *software So-Machine Basic* dan di-*download* ke PLC dan *output*-nya pada Q0, Q1, Q2, Q3, Q4 serta dihubungkan dengan *coil relay*. Gambar 4(b) memperlihatkan hasil perancangannya.

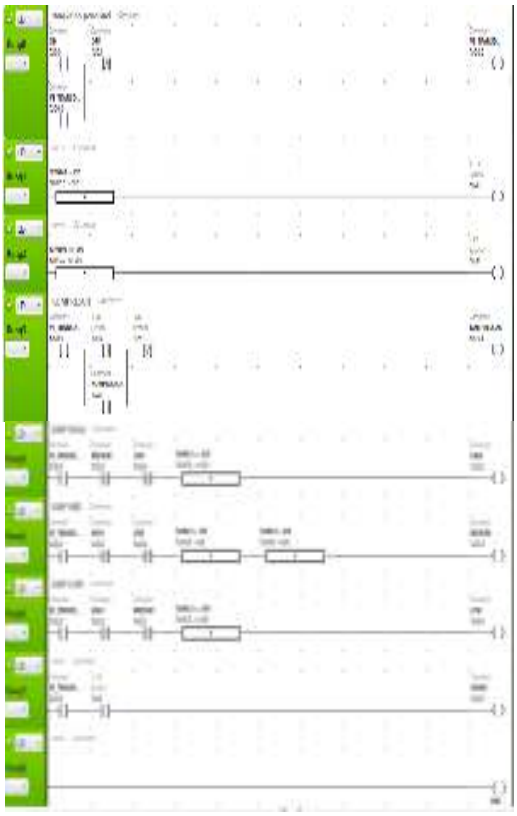
3.2. Perancangan *Software*

Perancangan *software* yang digunakan untuk memprogram PLC menggunakan *software So-Machine Basic*. Diagram alir atau *flowchart* program-nya ditunjukkan oleh Gambar 5.



Gambar 5. Flowchart program penelitian

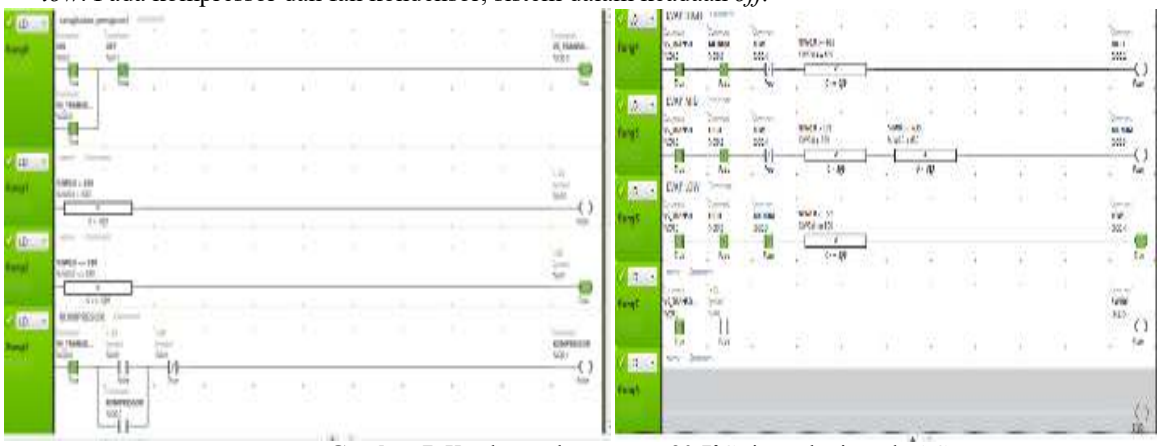
Gambar 6 menunjukkan diagram alir program. Diagram alir program tersebut yaitu, pada awal pengaturan program masukan nilai yang akan dicapai untuk ruangan yang akan dikondisikan (contoh 20˚C). Setelah menentukan setpoint untuk suhu ruangan maka sensor akan mengirim perintah terhadap PLC. Di PLC, keadaan suhu yang didapat dari kondisi ruangan maka akan diproses untuk menjalankan AC. Pada AC, terdapat beberapa yang dikendalikan yaitu kerja kompresor, *fan* kondensor dan *fan* evaporator.



Gambar 6. Hasil program di *software So-machine*

Gambar 7 merupakan hasil dari *software So-machine basic*. Program tersebut mengendalikan kompresor, *fan* kondensor dan *fan* evaporator. Pada kompresor, sistem bekerja secara *on/off* sesuai dengan *set point* suhu yang diinginkan pada ruangan tersebut. Fan kondensor bekerja secara bersamaan dengan kompresor. Sedangkan *fan* evaporator bekerja dengan 3 kecepatan untuk mensirkulasikan udara dingin ke ruangan. Kecepatan *fan* evaporator bekerja berdasarkan suhu ruangan yang terjadi.

Gambar 7 dan Gambar 8 menunjukkan suhu pada ruangan adalah 20,7˚C, berturut-turut untuk software dan hardware. PLC memberikan perintah kepada AC yang bekerja adalah *fan* evaporator *low*. Pada kompressor dan fan kondensor, sistem dalam keadaan *off.*



Gambar 7. Keadaan suhu ruangan 20,7˚C sistem kerja pada AC

Gambar 8. Keadaan suhu ruangan 20,7˚C

Gambar 9 dan Gambar 10 menunjukkan suhu pada ruangan adalah 23,7˚C, berturut-turut untuk *software* dan *hardware*. PLC memberikan perintah kepada AC yang bekerja adalah *fan* evaporator *medium*, kompressor *on* dan fan kondensor dalam keadaan *on.* Maka sistem AC bekerja secara normal.

Gambar 9. Keadaan Suhu Ruangan 23,7˚C Sistem Kerja Pada AC

Gambar 10. Keadaan suhu ruangan **23,7˚C**

Gambar 11 dan 12 menunjukkan suhu pada ruangan adalah 25,2˚C, berturut-turut untuk *software* dan *hardware*. PLC memberikan perintah kepada AC yang bekerja adalah *fan* evaporator *high*, kompressor *on* dan fan kondensor dalam keadaan *on.* Maka sistem AC bekerja secara normal.

Gambar 11. Keadaan suhu ruangan 25,2˚C sistem kerja pada AC

Gambar 12. Keadaan suhu ruangan 25,2˚C

4.Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembuatan software dan perancangan hardware pada penelitian yang digunakan pada *air conditioning,* maka sistem *software* dan *hardware* bekerja bersesuaian. Pada tahap penelitian ini dilakukan tiga titik temperature pengujian, yaitu 20,7ºC, 23,7ºC dan 25,2ºC, dimana ketiganya sudah bersesuaian antara *software* dan *hardware*.

5.Ucapan Terima Kasih

Penulis sangat berterima kasih kepada Kementrian RISTEK DIKTI, dalam tahun kedua, No. Kontrak 245/B.05/LPPM-Itenas/II/2018, LP2M dan Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung (Itenas), Total Inpro Multitech dan Schneider Electric yang telah mendukung keilmuwan, fasilitas dan pendanaan dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

[1] Marzuki , A., Rusman. (2012). Audit Energi pada Bangunan Gedung Direksi PT. Perkebunan Nusantara XIII (Persero). Dalam *Vokasi Volume 8, Nomor 3* (hal. 184-196).

[2] Masrul, A. (2016). *Pengontrolan Tekanan Kerja Sistem Pendinginan Kompresi Uap Menggunakan Metode Pengontrolan On/Off dan Variable Speed Drive (VSD) dengan Alat Kontrol Programmable Logic Controller dan Microcontroller.* Universitas Andalas, Padang.

[3] Waluyo, Taryana, N., Ramadhan D, A., Handian R, H., & Widura, A. (2017). Implementation of Wireless Temperature, Humidity, Lighting and Active Power Online Monitoring Using PLC for Early Stage of Miniature Energy Savings. *International Conference on High Voltage Engineering and Power Systems (ICHVEPS)*, 463-466.