

Penggunaan Programmable Logic Controller Untuk Sistem Kontrol Mesin Air Cooled Water Chiller Sebagai Bentuk Inovasi Teknologi Dalam Mendukung Tujuan Pembangunan Berkelanjutan

Gita Rolland Ibanez ¹⁾, Ayusta Lukita Wardani ²⁾, Mahendra Widyartono ³⁾, Reza Rahmadian ⁴⁾, Widi Aribowo ⁵⁾, Aditya Chandra Hermawan ⁶⁾

^{1,2,3,4,5,6} Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia.

^{a)}Corresponding author: ayustawardani@unesa.ac.id

ABSTRAK

Pada masa modern seperti sekarang, seringkali kita jumpai sistem HVAC banyak menggunakan kontrol otomatis daripada kontrol konvensional. seperti contoh nya pada sistem HVAC yang menggunakan unit mesin Chiller sebagai unit pendingin utamanya. Programmable Logic Controller (PLC) seringkali menjadi pilihan untuk melakukan otomatisasi kontrol pada sistem HVAC yang menggunakan Chiller. Hal ini didasari dengan adanya keperluan untuk melakukan upgrade pada sistem kontrol nya maupun keperluan untuk menambahkan fungsi baru. dengan penggunaan PLC, Upgrade pada sistem dapat dilakukan dengan mudah melalui pemrograman pada PLC. akan beda hal nya apabila kita menggunakan kontrol konvensional yang perlu menambahkan komponen baru untuk fungsi baru. Selain itu pada masa kini juga sudah banyak sistem kontrol PLC yang dapat diintegrasikan dengan sistem SCADA entah itu melalui komunikasi dengan Human Machine Interface maupun secara langsung dengan kehandalan ini dalam hal fleksibilitas PLC lebih diunggulkan. Hal tersebut menjadi sangat lah penting mengingat pesat nya kemajuan teknologi pada saat ini sehingga kita juga perlu melakukan inovasi guna mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan (Sustainable Development Goals - SDGs) khususnya pada SDGs 9.

Kata Kunci: Programmable Logic Controller (PLC), Human Machine Interface (HMI), Heating Ventilation and Air Conditioning (HVAC), Air Cooled Water Chiller, SDGs.

Pendahuluan

A. Latar Belakang

Pada era modern ini, perkembangan Teknologi memberikan kemudahan kepada kita untuk mengontrol dan memonitoring sebuah sistem secara otomatis. Saat ini banyak sekali metode yang digunakan untuk membuat sistem kontrol untuk mengoperasikan suatu mesin. Metode yang sudah banyak digunakan di berbagai bidang contoh nya yakni dalam bidang Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC). Penggunaan PLC pada sistem HVAC adalah pada sistem kontrol dan monitoring unit chiller.

Penggunaan PLC untuk sistem kontrol pada unit Chiller sendiri ditujukan untuk melakukan operasi sequencing penyalaan beberapa unit kompresor pada chiller berdasarkan suhu aktual yang terukur, monitoring beberapa parameter kontrol seperti suhu

pada media yang akan di dinginkan, memonitor terjadinya failure seperti overheat, unit trip, kebocoran refrigeran dan beberapa fungsi lain nya.

Sebagai bentuk dukungan terhadap tujuan pembangunan berkelanjutan (Sustainable Development Goals / SDGs) efisiensi sistem kontrol chiller pada sistem HVAC merupakan sebuah solusi yang tepat pada masa kini. dengan Sistem kontrol menggunakan PLC memungkinkan kita untuk melakukan pengembangan sistem kontrol sederhana menjadi sistem yang lebih kompleks namun tetap mudah untuk dioperasikan, selain itu sistem kontrol menggunakan PLC memiliki pengendalian beban yang lebih akurat secara real time. Hal ini juga dapat memangkas kebutuhan energi secara efisien.

B. Masalah

Ada banyak sekali berbagai tantangan yang didapat ketika kita mengoperasikan sebuah chiller secara konvensional sebagai unit pendingin utama pada suatu sistem HVAC. beberapa permasalahan itu antara lain :

1. Penggunaan energi yang kurang efisien apabila pengoperasian chiller kurang optimal (International Energy Agency, 2021).
2. Sistem kontrol konvensional minim sekali dengan sistem pemantauan real time yang terpusat, untuk melakukan pemantauan pada sistem kontrol konvensional kita perlu pergi ke tempat dimana alat terpasang dan perlu mengecek nya satu persatu (Zhao dkk, 2019).
3. Tidak efisien pada pemeliharaan nya, hal ini disebabkan karena pada sistem konvensional minim sekali dengan sistem pencatatan data realtime seperti contoh data running hour sehingga dengan minimnya data tadi akan sulit untuk kita memprediksi dan menentukan kapan maintenance harus dilakukan sehingga periode perawatan jadi kurang teratur (Smith dkk, 2022).
4. Sulit nya sistem kontrol konvensional untuk melakukan penyalaaan beban (dalam hal ini adalah kompresor yang ada pada chiller) berdasarkan variabel suhu. hal ini tentunya akan menyebabkan banyak nya energi yang terbuang (Rahman & Wang, 2020).

C. Tujuan

Beberapa tujuan dari dikembangkan nya proyek ini adalah sebagai berikut :

1. Mengembangkan sistem kontrol yang lebih presisi dan handal menggunakan PLC, terkhusus nya untuk kontrol chiller pada sistem HVAC. hal ini selaras dengan salah satu poin tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs 9 Industri, Inovasi, dan Infrastruktur)
2. Mengoptimalkan pemakaian energi untuk beban chiller, sehingga tidak ada lagi bentuk pemborosan energi dalam operasional nya.
3. Membuat sistem kontrol yang lebih adaptif dan fleksibel sehingga harapan nya kedepan nya dapat dikembangkan lagi.
4. Meningkatkan kualitas dalam pembelajaran terkhusus nya tentang penggunaan PLC sebagai kontroler otomatisasi sebuah sistem yang luas (pada artikel ini terkhusus nya sistem HVAC).

D. Manfaat

Proyek ini memiliki berbagai manfaat dari segi beberapa bidang, beberapa manfaat tersebut yakni adalah sebagai berikut :

1. Dari segi teknis, penggunaan sistem kontrol menggunakan PLC dapat membuat pemakaian energi lebih efisien kedepannya, dengan sistem yang lebih adaptif membuat sistem kontrol ini dapat dikembangkan untuk kedepan nya.
2. Selain itu dari segi teknis, penggunaan sistem kontrol seperti ini juga meningkat masa atau umur pemakaian suatu perangkat, terkhususnya pada artikel ini adalah umur atau masa pakai dari chiller.
3. Dari segi akademik, sebagai mahasiswa mendapatkan pemahaman lebih mendalam dalam penggunaan PLC dalam sistem kontrol, terkhususnya sistem kontrol pada sistem HVAC.
4. Dari segi pembangunan berkelanjutan, sistem kontrol seperti ini merupakan salah satu bentuk dukungan terhadap tujuan pembangunan berkelanjutan terkhususnya pada bidang inovasi teknologi.

Metode

Kegiatan mobilitas mahasiswa yang diikuti adalah kegiatan magang di CV. Putranas Dwi Perkasa. Perusahaan tersebut adalah perusahaan yang bergerak di bidang sistem kontrol menggunakan PLC, HMI, dan Scada terkhusus nya untuk sistem kontrol HVAC. Langkah yang dilakukan dalam dalam penggunaan PLC untuk Sistem Kontrol Mesin Air Cooled Water Chiller meliputi Pemrograman PLC menggunakan Software Winproloader (Software pemrograman untuk PLC Fatek) , dan desain pada tampilan HMI menggunakan Sotware EasyBuilder Pro (Software untuk pendesainan HMI Weintek).

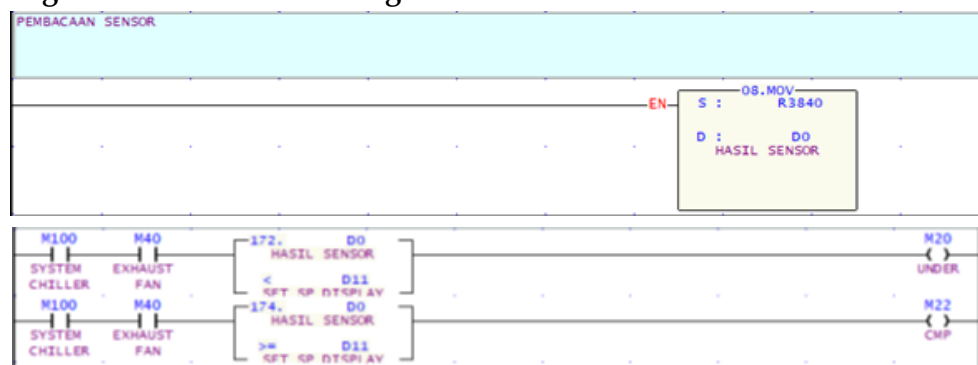
Hasil dan Pembahasan

Berikut ini adalah hasil desain proyek sistem kontrol untuk air cooled water chiller menggunakan PLC antara lain yakni sebagai berikut :

A. Pemrograman PLC

Pemrograman PLC menggunakan software Winproladder. Pemrograman ini dilakukan dengan menggunakan bahasa ladder. Program pada PLC dibagi menjadi beberapa sub program berdasarkan masing masing fungsinya, antara lain yakni sebagai berikut.

1. Program Pembacaan dan Pengolahan Data Sensor

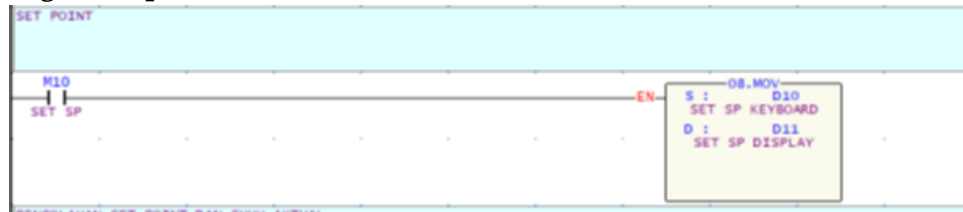


Gambar 7 : Program Pembacaan dan Pengolahan Data Sensor

Sensor yang gunakan pada proyek ini adalah sensor analog suhu PT100 dengan sinyal keluaran (4-20 mA). untuk membaca keluaran sinyal analog ini diperlukan ekspansi modul analog input, modul ekspansi yang gunakan adalah modul FBs 6AD. Dari sensor akan disimpan kedalam alamat R3840 - R3844 pada program nya. data

kemudian akan diolah dan di scaling agar dapat tertampil sesuai dengan nilai suhu aktual yang kemudian akan ditampilkan di HMI

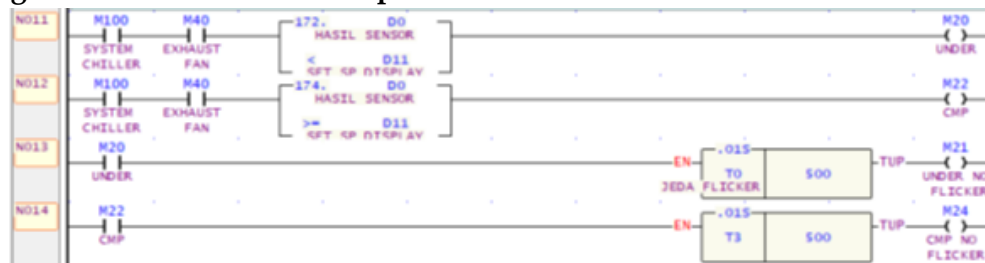
2. Program Inputan Set Point Suhu



Gambar 8 : Program Inputan Set Point Suhu

Pada sub program ini menggunakan fungsi move untuk memindahkan data inputan yang akan dimasukan pada HMI. data inputan setpoint ini kemudian akan disimpan kedalam register D pada PLC.

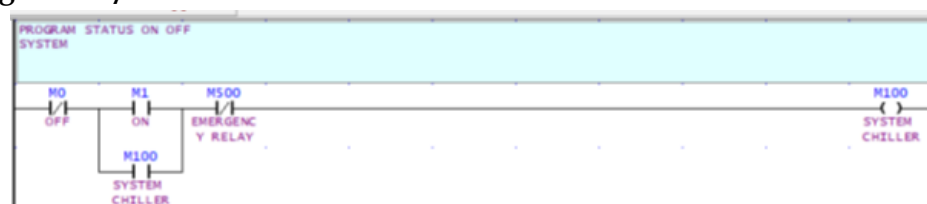
3. Program Pemrosesan dan Komparasi Data Set Point dan Suhu Aktual



Gambar 9 : Program Pemrosesan dan Komparasi Data Set Point dan Suhu Aktual

Sub program ini fungsi utama nya menggunakan fungsi Compare pada pemrograman PLC. dimana yang nanti nya proses komparasi data set point dan suhu aktual akan memiliki 2 buah feedback. yakni kompresor akan menyala ketika suhu aktual diatas set point (diferensial +1) dan kompresor akan mati ketika suhu aktual sudah dibawah set point (diferensial -1)

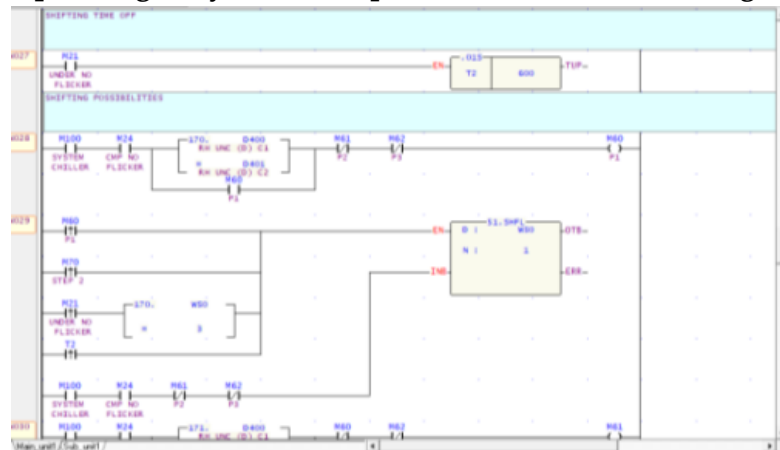
4. Program On/Off Status



Gambar 10 : Program On/Off Status

Sub Program ini berfungsi untuk menyalakan dan mematikan sistem yang dikontrol, penyalan dari beberapa komponen lain seperti exhaust fan juga melalui sub program ini.

5. Program Sequencing Penyalaan Kompresor Berdasarkan Running Hour



Gambar 11 : Program Sequencing Penyalaan Kompresor Berdasarkan Running Hour

Sub program ini berisi proses sequencing penyalaaan dan penonaktifan dari 2 buah kompresor yang ada pada chiller, sequencing urutan penyalaaan dan penonaktifan ini dilakukan berdasarkan data running hour dari tiap kompresor. program ini akan menghitung running hour tiap kompresor dalam detik, menit dan jam nya. data tersebut nantinya akan menjadi acuan sequencing penyalaaan tiap kompresor. kompresor yang memiliki running hour paling kecil akan selalu menyala duluan baru kemudian kompresor dengan running hour diatas nya akan menyala setelah nya (interval dari penyalaaan tiap kompresor adalah 30 menit, sedangkan untuk interval penonaktifan adalah 10 detik). sub program ini lebih banyak menggunakan fungsi shifting data guna melakukan penyalaaan berurutan.

6. Program Trip dan Failure



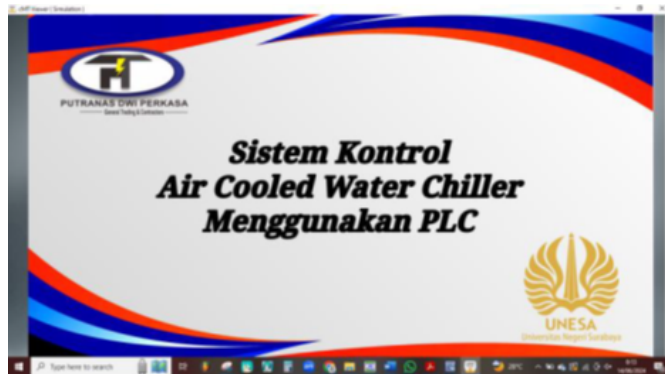
Gambar 12 : Program Trip dan Failure

Sub program ini berisi digital input dari PLC yang berasal dari trip tiap tiap komponen pada sistem kontrol, seperti trip pada kompresor, trip pada exhaust fan, tombol emergency, serta high pressure dan low pressure sensor pada tiap kompresor.

B. Desain HMI

Pada *project* ini menggunakan HMI weintek tipe CMT dan *software* Easybuilder untuk mendesain tampilan HMI nya desain tampilan pada HMI juga dibagi menjadi beberapa bagian sesuai tiap tiap fungsi halaman tampilan nya seperti berikut ini.

1. Halaman Opening



Gambar 13 : Halaman Opening

Window ini hanya berfungsi sebagai halaman pembuka dari tampilan sistem kontrol yang dibuat.

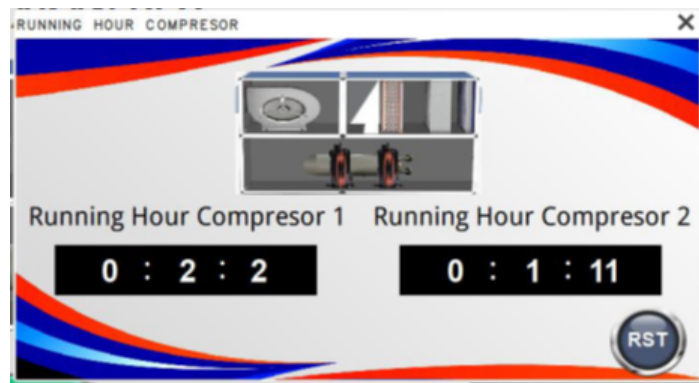
2. Halaman On / Off Sistem Kontrol, Input Set Point, Serta Status Monitoring



Gambar 14 : Halaman On / Off Sistem Kontrol, Input Set Point, Serta Status Monitoring

Window ini adalah tampilan utama dari sistem kontrol yang sudah di desain. *Window* ini berisi tampilan untuk melakukan start/stop pada sistem kontrol, tampilan untuk memasukan inputan set point suhu dan *display* suhu aktual saat ini, display status tiap kompresor dan *exhaust fan*, dan beberapa tombol navigasi untuk mengarahkan ke halaman selanjut nya.

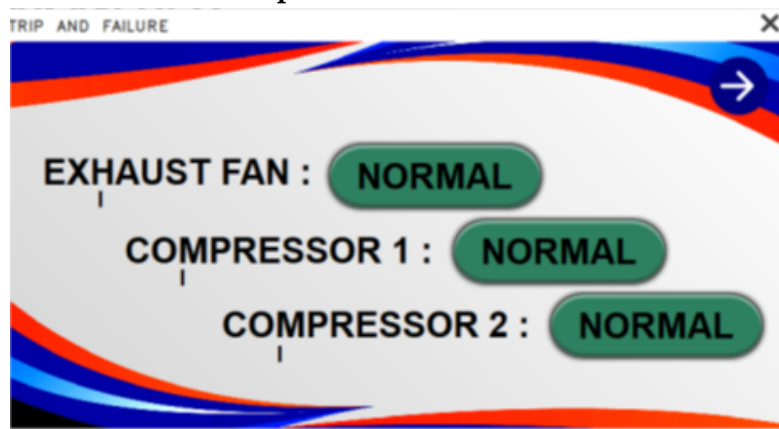
3. **Halaman Monitoring Status Kompresor dan Monitoring Running Hour Kompresor**



Gambar 15 : Halaman Monitoring Status Kompresor dan Monitoring Running Hour Tiap Kompresor

Window ini adalah tampilan status tiap kompresor dan exhaust fan. dalam window ini juga terdapat tampilan jam menit detik dari running hour tiap kompresor yang sudah di counting oleh PLC.

4. **Halaman Failure dan Trip WIndow**



Gambar 16 : Halaman Failure dan Trip WIndow

Window ini adalah tampilan status trip dan failure dari tiap komponen yang ada pada sistem kontrol. seperti status trip kompresor, trip exhaust fan, dan status failure seperti kebocoran pada kompresor.

Kesimpulan

Penggunaan PLC dan HMI untuk sistem kontrol air cooled water chiller dalam hal fleksibilitas, kehandalan dan operasional jauh lebih unggul ketimbang menggunakan sistem kontrol konvensional. penggunaan PLC sebagai kontroler suatu sistem memberikan kita kesempatan untuk mengembangkan dan menjalankan sistem kontrol yang lebih kompleks dan bervariasi yang dapat dioperasikan dengan mudah oleh user. penggunaan PLC juga memungkinkan kita untuk mengembangkan sistem kontrol yang sudah ada dengan mudah tanpa harus mengeluarkan biaya berlebih karena komponen kontrol yang terlalu banyak, tergantung untuk apa sistem itu digunakan. di tengah gempuran kemajuan teknologi seperti pada saat ini, hal seperti ini dapat menjadi sebuah inovasi dalam sebuah industri di bidang manapun dan juga sebagai bentuk dukungan penuh terhadap tujuan pembangunan berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Alphonsus, E. R., & Abdullah, M. O. (2016). A review on the applications of programmable logic controllers (PLCs). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 1185-1205.
- Azarmipour, M., Elfaham, H., Gries, C., & Epple, U. (2019, October). Plc 4.0: A control system for industry 4.0. In *IECON 2019-45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society* (Vol. 1, pp. 5513-5518). IEEE.
- International Energy Agency. (2021). *The Future of Cooling: Opportunities for Energy-efficient Air Conditioning*.
- Margana, A. S., & Suhendar, M. F. (2021, September). Maintenance Management Analysis Using Weibull Distribution Calculations in FMC Air Cooled Chillers 20. In *Proceedings of the Industrial Research Workshop and National Seminar* (Vol. 12, pp. 418-422).
- Naim, M. (2021). *Buku Ajar Sistem Kontrol dan Kelistrikan Mesin*. Penerbit NEM.
- Nehme, Charles (2023) *Chiller Engineering: Concepts and Best Practices*.
- Papcun, P., Kajáti, E., & Koziorek, J. (2018, August). Human machine interface in concept of industry 4.0. In *2018 World Symposium on Digital Intelligence for Systems and Machines (DISA)* (pp. 289-296). IEEE.
- Pongoh, D., Wenno, L., Lumentut, J., Kambey, V., & Aring, A. (2023). Pengenalan Plc Sebagai Pusat Kontrol Dalam Sistem Otomasi Industri. *Central Publisher*, 1(4), 253-260.
- Smith, K., Brown, P., & Lee, J. (2022). *Predictive Maintenance for HVAC Systems Using IoT*. *Journal of Sustainable Engineering*.
- Zhao, Y., Cheng, Z., & Li, Q. (2019). *Adaptive Control for Chiller Systems Using PLC Technology*. *International Journal of Industrial Automation*.
- Zhou, X., Yang, Y., & Liu, D. (2021). *Energy Efficiency Strategies in HVAC Systems*. *Energy and Buildings*.