

Monitoring Temperatur Sistem AC Split dengan Metode Akuisisi Data Berbasis Arduino Uno

Faldian¹, Ismail Wellid¹, Yana Cahyana¹

¹Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung

Korespondensi : faldian@polban.ac.id

ABSTRAK

Sistem kompresi uap merupakan sistem yang paling banyak digunakan dan dikembangkan dalam sistem pendingin dan tata udara sejak lampau hingga saat ini. Sistem pendingin dan tata udara merupakan salah satu elemen penting dalam sebuah bangunan dan memiliki konsumsi energi terbesar, maka untuk mendapatkan sistem yang hemat energi dibutuhkan analisa performansi dari sistem tersebut. Penelitian ini memanfaatkan Arduino sebagai sistem akuisisi data dimana pengukuran, pengumpulan data dan penyimpanan data suhu dapat dilakukan secara bersamaan sehingga pekerjaan tersebut lebih praktis, efisien dan hasil analisa data sistem menjadi lebih akurat. Pada penelitian ini dirancang sistem akuisisi data berbasis Arduino untuk memonitoring temperatur pipa (discharge, suction, masukan dan keluaran kondensor, masukan dan keluaran evaporator, dan masukan kapiler). Penyimpanan data pengukuran dilakukan secara otomatis menggunakan aplikasi PLX-daq, dan kinerja sistem AC split berkapasitas 1,5 PK menjadi objek analisa. Hasil pemanfaatan Arduino pada sistem ini mampu menjadi sistem akuisisi data pada sistem AC Split yang memiliki COP aktual sebesar 5.04, COPcarnot 7.24, efek pendinginan yang termanfaatkan terhadap kerja sistem refrigerasi sebesar 69% dan daya listrik sebesar 903 Watt. Penggunaan Arduino sebagai sistem akuisisi data menghadirkan sistem akuisisi data yang efisien, praktis, dan rendah biaya.

Kata kunci: Akuisisi data, Arduino, PLX-daq, refrigerasi dan tata udara.

ABSTRACT

Vapor compression system is the most widely used and developed system in refrigeration and air conditioning systems from the past until now. Refrigeration and air conditioning systems are one of the important elements in a building and have the greatest energy consumption, so to get an energy-efficient system, performance analysis of the system is needed. This study utilizes Arduino as a data acquisition system where measurement, data collection, and storage of temperature data can be carried out simultaneously so the data is more efficient and the results of system data analysis become more accurate. In this study designed Arduino-based data acquisition system to monitor pipe temperature (discharge, suction, condenser input and output, evaporator input and output, and capillary input). Measurement data storage is done automatically using the PLX-daq application, and the performance of a split AC system with a capacity of 1.5 PK becomes the object of analysis. The Arduino utilization in this system is able to become a data acquisition system in Split AC system which has actual COP of 5.04, COPcarnot 7.24, the cooling effect that is utilized on the work of the refrigeration system is 69% and electrical power is 903 Watts. The use of Arduino as a data acquisition system presents an efficient, practical and low-cost data acquisition system.

Keywords: data acquisition, Arduino, PLX-daq, refrigeration and air conditioning.

1. PENDAHULUAN

Saat ini kebutuhan untuk mengumpulkan data berkualitas tinggi di gedung-gedung terus meningkat [1]. Data tersebut meliputi penggunaan energi [2], kenyamanan termal [3], kualitas udara dalam ruangan [4,5], dan bahkan mikrobiologi yang ada pada Gedung tersebut [6]. Dari kriteria tersebut dapat disimpulkan bahwa salah satu data yang penting untuk diketahui adalah data yang berkaitan dengan kenyamanan thermal pada suatu bangunan, dengan kata lain pengamatan dan analisa pada sistem tata udara pada gedung sangatlah penting dan data yang didapatkan haruslah akurat agar sistem yang ada dapat bekerja secara optimal. Sistem refrigerasi dan tata udara juga memerlukan konsumsi energi yang besar, sehingga performansi sistem perlu dianalisa dan dikembangkan agar sistem tersebut menghemat energi.

Pada sistem refrigerasi dan tata udara, data temperatur adalah salah satu parameter penting yang menentukan kinerja sistem. Maka sistem akuisisi data dan monitoring pada sistem refrigerasi dan tata udara merupakan suatu kebutuhan untuk mengetahui kinerja sistem tersebut. Metode yang biasa dilakukan dalam pengambilan data pada sistem refrigerasi dan tata udara adalah dengan menggunakan metode manual, yaitu dengan memakai perangkat atau alat yang mendukung seperti sensor temperatur *autonics*, *thermokopel type J* atau *type K*. Hasil pengukuran tersebut akan dimasukkan pada tabel Mc.Excel secara manual. Metode ini kurang efektif bila digunakan untuk mengkaji kinerja sistem lebih mendalam, mengingat data temperatur pada

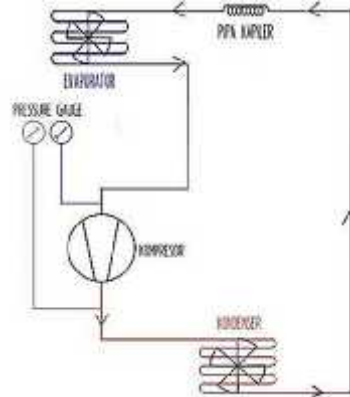
sistem terkadang berubah secara fluktuatif, selain itu pengambilan data secara manual ini membutuhkan waktu lama dan tidak efisien karena mengharuskan manusia yang memonitor dan mencatat hasil datanya.

Arduino adalah sebuah platform open source elektronik yang mudah digunakan baik dari sisi hardware maupun software. Sedangkan Perangkat Arduino (Arduino Board) adalah sebuah hardware yang memiliki IC program yang telah di tanam boatloader Arduino. IC program ini lah yang akan mengontrol semua aktifitas dalam system control yang di desain. Baik Pembacaan sensor, Input output, komunikasi data antar Arduino dengan perangkat lain[7].

Melihat permasalahan diatas, pada penelitian ini akan dirancang sistem akuisisi data berbasis arduino Uno. Sistem akuisisi data didefinisikan sebagai suatu sistem yang berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyimpan data. Monitoring adalah suatu proses rutin menampilkan pemantauan hasil atau nilai akuisisi data yang sedang diamati. Dalam perkembangan sistem akuisisi data, dibutuhkan suatu perangkat yang handal untuk digunakan dalam melakukan pengukuran, pengumpulan, dan penyimpanan data secara bersamaan.

1.1 Sistem Kompresi Uap

Sistem refrigerasi kompresi uap adalah sistem refrigerasi yang bekerja dengan cara menguapkan refrigeran pada tekanan dan temperatur yang rendah dan mengkondensasikannya pada tekanan dan temperatur yang tinggi. Tempat dimana refrigeran mengalami penguapan karena menyerap kalor dari bahan atau fluida yang akan didinginkan disebut evaporator. Tempat dimana refrigeran mengalami kondensasi karena membuang kalor ke lingkungan sekitar atau fluida pendingin disebut kondensor.

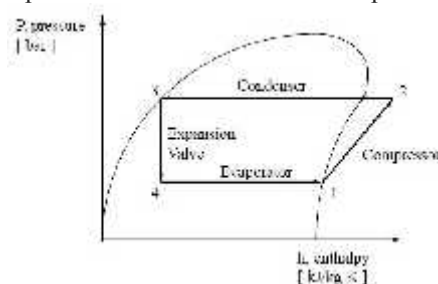


Gambar 1. Sistem Refrigerasi Kompresi Uap

Pada prinsipnya, siklus refrigerasi kompresi uap terdiri dari empat proses utama yaitu proses kompresi, proses kondensasi, proses ekspansi dan proses evaporasi. Proses-proses tersebut akan membentuk suatu siklus seperti pada gambar diatas.

1.2 Proses Pada Siklus Refrigerasi Kompresi Uap

Dalam menganalisis kondisi dari suatu sistem refrigerasi kompresi uap, keadaan refrigeran, dan menghitung kapasitas sistem. Karta Mollier atau diagram tekanan-entalpi (diagram P-h) dapat digunakan, dimana kondisi refrigeran pada setiap keadaan termodinamik di setiap komponen sistem dapat ditentukan.



Gambar 2 Diagram P-h Untuk Siklus Kompresi Uap

- 1) Proses 1 ke 2 (Proses Kompresi)
- 2) Proses 2 ke 3 (Proses Kondensasi)
- 3) Proses 3 ke 4 (Proses Ekspansi)
- 4) Proses 4 ke 1 (Proses Evaporasi)

1.3 Daya Listrik

Energi listrik yang terpakai biasanya dinyatakan dengan daya yang digunakan untuk menjalankan suatu alat atau mesin tertentu dalam suatu periode atau waktu. Jika daya dinyatakan dalam kilowatt (kW) dan waktu dalam jam, maka satuan energi adalah kilowatt-hour (kWh).

Dan dirumuskan sebagai berikut:

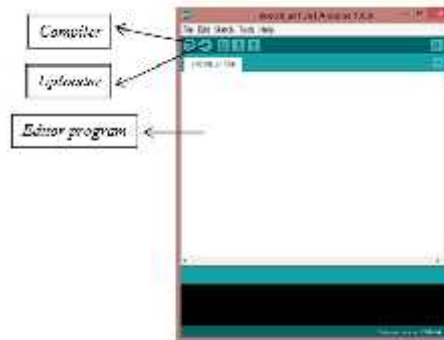
$$P = V \times I \times \cos\Phi$$

Dimana,

P	= Daya Listrik	[Watt]
V	= Tegangan Listrik	[Volt]
I	= Arus Listrik	[Ampere]
cosΦ	= Beda Fasa	

1.4 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan papan elektronik yang mengandung mikrokontroler Atmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti computer). Pengendalian led hingga pengontrolan robot dapat di implementasikan dengan menggunakan papan yang berukuran kecil yang terdapat pada arduino. Alasan pemilihan Arduino Uno antara lain karena arduino adalah aplikasi *Open Source*, tidak memerlukan *chip programmer*, fasilitas *chip* yang cukup lengkap, pengembangan aplikasi lebih mudah, dan lebih ekonomis



Gambar 3. Tampilan Aplikasi Arduino IDE

Aplikasi arduino IDE (Integrated Development Enviroment) merupakan aplikasi pendukung Arduino Uno untuk melakukan penulisan pemrograman.

Software IDE Arduino terdiri dari tiga bagian yaitu:

1. Editor program, sebuah window yang digunakan untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa C/C++ yang disederhanakan. Sebuah kode program pada arduino disebut dengan sketch.
2. Compiler, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa C/C++) menjadi kode biner. Compiler diperlukan karena sebuah mikrokontroler tidak bisa memahami bahasa tingkat tinggi seperti C/C++, maka dibutuhkan compiler untuk mengubahnya menjadi kode biner.
3. Uploader, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory di dalam papan Arduino.

1.5 Aplikasi PLX-Daq

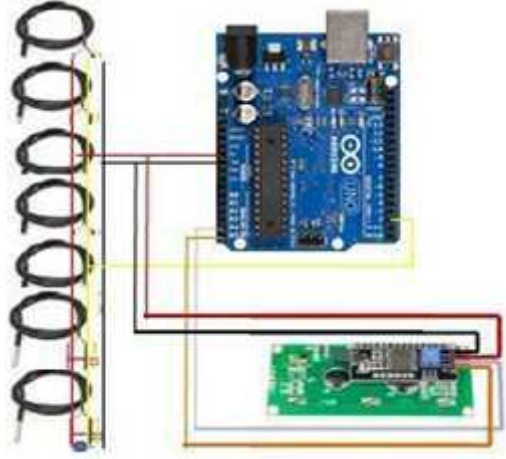


Gambar 4 Tampilan Aplikasi PLX-Daq

PLX-daq dapat digunakan untuk merekam dan menampilkan nilai temperatur yang terbaca oleh sensor temperatur *type* DS18B20 dan selanjutnya akan memunculkan nilai data pengukuran tersebut pada aplikasi PLX-Daq dan dikirim oleh Arduino Uno pada laptop melalui kabel USB.

2. METODE PENELITIAN

Perancangan sistem akuisisi data pada penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Perancangan perangkat keras yang akan dilakukan dalam pembuatan sistem akuisisi data menggunakan arduino, dengan menggunakan USB untuk menghubungkan arduino dengan komputer. Untuk menampilkan data hasil pengukuran pada interface, arduino dihubungkan dengan sensor-sensor suhu. Sensor DS18B20 akan membaca temperatur pada pipa yang dipasang sensor tersebut, dan akan merekam hasil pengukuran oleh software PLX-Daq sehingga muncul dengan format Microsoft Excel yang selanjutnya akan dianalisis menggunakan software Coolpack. Rangkaian lengkap perancangan perangkat lunak ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Rangkaian Wiring Keseluruhan

2.1. Perancangan Perangkat Keras

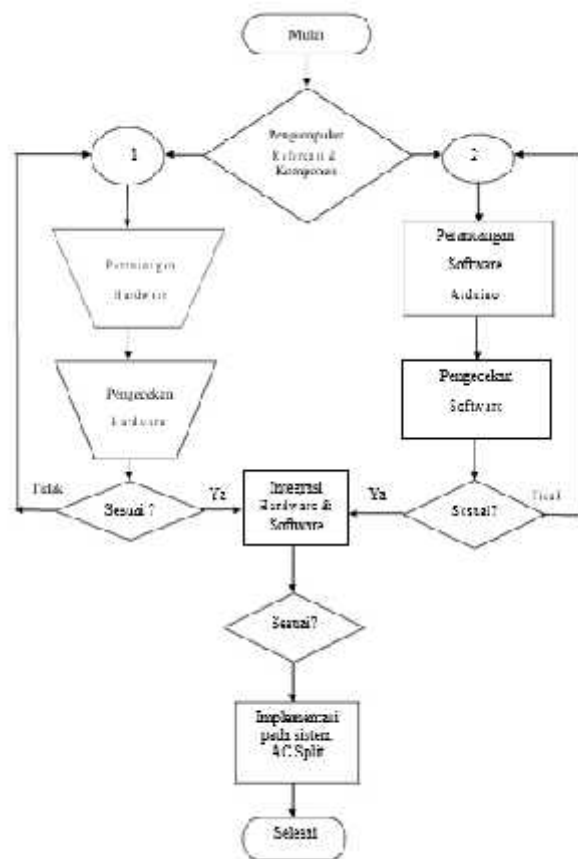
2.1.1 Arduino Uno dan Sensor DS18B20

Sensor DS18B20 digunakan pada penelitian ini karena sensor ini merupakan sensor temperature dengan kemampuan tahan air (*waterproof*). Cocok digunakan untuk mengukur temperatur pada tempat yang sulit atau basah. Output data produk ini merupakan data digital, maka tidak perlu khawatir terhadap degradasi data ketika menggunakan untuk jarak yang jauh. DS18B20 menyediakan 9 hingga 12 bit (yang dapat dikonfigurasi) data. Setiap sensor DS18B20 memiliki silicon serial number yang unik, maka beberapa sensor DS18B20 dapat dipasang dalam 1 bus. Gambar dibawah ini menunjukkan pemasangan Arduino Uno dan sensor DS18B20.



Gambar 6. Wiring Arduino Uno dan Sensor DS18B20

Secara keseluruhan, proses perancangan perangkat keras dan perangkat lunak dapat dilihat pada *flowchart* dibawah ini.



Gambar 7. Flowchart Perancangan Monitoring Akuisisi Data.

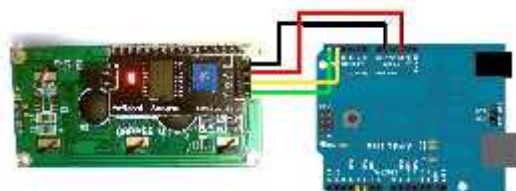
2.1.2 LCD 16X2 dan I2C Backpack

Dalam penelitian ini, LCD 16 x 2 digunakan untuk menampilkan nilai temperatur sistem *AC split*. Sedangkan I2C LCD *backpack* ini bertujuan untuk mengurangi jumlah pin yang digunakan pada koneksi antara Arduino Uno dengan *character LCD*.



Gambar 8 Tampilan LCD 16 x 2 dan Tampilan I2C Backpack

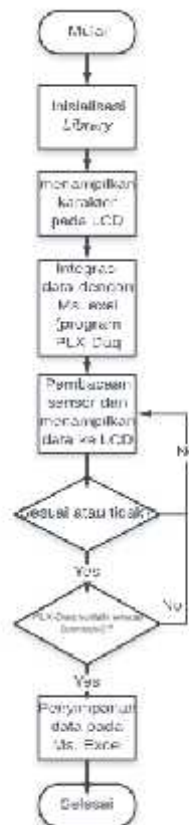
Gambar 7.1 dan 7.2 menunjukkan *wiring* LCD 16x2 dan I2C Backpack dengan Arduino Uno. Berikut adalah rangkaian komponen yang menghubungkan LCD dengan I2C dan Arduino Uno menjadi satu.



Gambar 9. *Wiring Diagram* LCD dan I2C Backpack dan Arduino Uno

2.2. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan pada perangkat lunak dan pemrograman sistem secara umum dapat dilihat pada *flowcart* berikut ini:



Gambar 10. Flowchart Perancangan Perangkat Lunak

2.4. Implementasi Sistem Akuisisi Data

Sistem akuisisi data ini merupakan perancangan yang selanjutnya akan dipadukan dalam satu wadah atau box yang berisi komponen-komponen dan perangkat pendukung untuk monitoring dan akuisisi data seperti sensor temperatur type DS18B20, Arduino Uno, LCD dan I2C.



Gambar 11. Box Akuisisi Data dan Monitoring

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Pengujian dan Kalibrasi Sensor

Kalibrasi sensor ini dilakukan untuk mengurangi nilai error pada sensor temperature DS18B20. Dalam proses kalibrasi, sensor dibandingkan dengan sensor termokopel type K. Lalu kedua sensor diikat dan disatukan, pengambilan data dilakukan dengan mengukur temperatur lingkungan dan temperatur air. Lalu data yang didapat pada hasil pengukuran tersebut dilakukan proses regresi linier pada Microsoft Excel. Hasil dari proses kalibrasi menggunakan sensor temperatur jenis K dan jenis DS18B20 didapatkan pengukuran sensor temperatur menggunakan jenis DS18B20 sedikit lebih besar nilainya, dibanding menggunakan sensor termokopel jenis K yang lebih rendah atau sensitif. Dan dari hasil perbandingan pengukuran, selanjutnya akan dilakukan proses regresi linear pada Mc.Excel dalam bentuk grafik. Tabel 1 menunjukkan hasil kalibrasi pada setiap sensor.

Tabel 1. Persamaan Setiap Sensor DS18B20 Hasil Kalibrasi

No	Nama Sensor	Persamaan
1	Sensor 1 (<i>T. Discharge</i>)	$y = 1.3636x - 10.055$
2	Sensor 2 (<i>T. Out Condenser</i>)	$y = 1.0857x - 3.5143$
3	Sensor 3 (<i>T. In Condenser</i>)	$y = 1.4x - 11.35$
4	Sensor 4 (<i>T. Suction</i>)	$y = 0.9898x - 1.0321$
5	Sensor 5 (<i>T. In TXV</i>)	$y = 0.95x + 0.25$
6	Sensor 6 (<i>T. Out TXV</i>)	$y = 0.9667x - 0.3667$
7	Sensor 7 (<i>T. Out Evaporator</i>)	$y = 0.9667x - 0.3667$
8	Sensor 8 (T. Lingkungan)	$y = 0.9132x + 1.1142$

3.2. Pengujian Sistem Akuisisi Data pada Sistem Pendingin

Dari hasil pengukuran yang dilakukan, diperoleh Tekanan *discharge*, Tekanan *suction*, Temperatur *discharge*, Temperatur *suction*, Temperatur lingkungan, Temperatur *out* kondensor, Temperatur *in* kondensor, Temperatur *in TXV*, Temperatur *in* evaporator, Temperatur *out* evaporator, Arus, dan Tegangan sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Pengukuran pada Sistem dengan Sensor DS18B20

Titik Pengukuran	Nilai Pengukuran
P. <i>Discharge</i> (Bar)	29.88
P. <i>Suction</i> (Bar)	10.89
T. <i>Discharge</i> (°C)	68
T. <i>Out</i> kondensor (°C)	44
T. <i>In</i> kondensor (°C)	45
T. <i>Suction</i> (°C)	15
T. <i>In Kapiler</i> (°C)	27
T. <i>Out Kapiler</i> (°C)	12
T. <i>Out Evaporator</i> (°C)	14
T. Lingkungan (°C)	25
Arus (<i>Ampere</i>)	4.2
Tegangan (<i>Volt</i>)	215

Dari data pengukuran pada Tabel 1. Maka sesuai dengan persamaan perhitungan COP dan efisiensi pada sistem refrigerasi pada Aplikasi CoolPack didapatkan nilai-nilai pada Tabel 3 menunjukkan hasil akhir performansi sistem.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Data Pengukuran

COP aktual	COP carnot	η Sistem Refrigerasi (%)	Daya Listrik (Watt)
5.04	7.24	69 %	903 Watt

4. KESIMPULAN

Rancang bangun sistem monitoring dan akuisisi data telah berhasil sesuai dengan rancangan. Sistem monitoring dan akuisisi data pada sistem AC Split telah berhasil dirangkaikan dengan program arduino uno beserta komponen pendukung lainnya sesuai dengan perancangan, analisis dari hasil data pengukuran pada sistem AC Split berkapasitas 1.5 PK didapat COP aktual yaitu 5.04 dan COP carnot 7.24 dan efek pendinginan yang dimanfaatkan terhadap kerja sistem refrigerasi adalah sebesar 69% dan daya listrik sebesar 903 Watt.

DAFTAR PUSTAKA (10 PT)

- [1] O. Guerra-Santin, C.A. Tweed. In-use monitoring of buildings: An overview of data collection methods. *Energy Build.*, 93 (Apr. 2015), pp. 189-207
- [2] [2] T. Babaei, H. Abdi, C.P. Lim, S. Nahavandi, A study and a directory of energy consumption data sets of buildings, *Energy Build.* 94 (May 2015) 91e99.
- [3] J. Langevin, J. Wen, P.L. Gurian, Simulating the human-building interaction: Development and validation of an agent-based model of office occupant behaviors, *Build. Environ.* 88 (Jun. 2015) 27e45.
- [4] T. Ramos, S. Dedesko, J.A. Siegel, J.A. Gilbert, B. Stephens, Spatial and Temporal Variations in Indoor Environmental Conditions, Human Occupancy, and Operational Characteristics in a New Hospital Building, *PLoS ONE* 10 (3) (Mar.2015) p. e0118207.
- [5] D. Heinzerling, S. Schiavon, T. Webster, E. Arens, Indoor environmental quality assessment models: A literature review and a proposed weighting and classification scheme, *Build. Environ.* 70 (Dec. 2013) 210e222.
- [6] T. Ramos, B. Stephens, Tools to improve built environment data collection for indoor microbial ecology investigations, *Build. Environ.* 81 (Nov. 2014) 243e257.
- [7] David A. Mellis, Massimo Banzi, David Cuartielles and Tom Igoe, (2007). “Arduino: An Open Electronics Prototyping Platform”, conference on human factors in computing systems San Jose, California, USA.