



RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN DINI PENYUMBATAN FILTER UDARA PADA AC SPLIT BERBASIS SENSOR TEKANAN DIFERENSIAL

Bambang Apriyanto¹, Gunawan Toto Hadiyanto², Adriene Raharjo³, Sanusi⁴

^{1,2,3,4}Teknik Elektro, Universitas Batam, Kota Batam, Indonesia

*Korespondensi penulis: gunawn.hadi21@univbatam.ac.id

ARTICLE INFO

Genesis Artikel:

Diterima, 8 Juli 2026

Direvisi, 30 Juli 2026

Disetujui, 24 Agustus 2026

Kata Kunci:

Filter AC, Flow rate, INA126, Mikrokontroler, Sensor Tekanan differensial.

Keywords:

AC Filter, Differential pressure sensor, Flow rate, INA126, Microcontroller.

ABSTRACT

Nowadays Air Conditioning have been used in many sectors. Split air conditioner is one of the commonly found in the market. Air filter is part of air conditioning which is functioning to filter the air from dust and impurities. Dirty air filter will reduce the quantity of air which is circulated during cooling process. Overall dirty air filter will reduce the performance of air conditioning system. Regarding to that reason, research and analysis about the above problem is required, by designing "Rancang Bangun Pendeteksi Kebersihan Saringan Udara Pada Mesin Pendingin Jenis Terpisah". The research method is done by observing the air velocity of indoor unit. The air differential pressure and motor DC are used as a sensor. Data from sensor will be sent to Arduino Uno, then the result will be shown in the LCD display and LED indicator. From this research, it is known that the signal from air differential pressure is too low although it use operational amplifier for gaining the signal. Meanwhile, the signal from DC motor is high and the operational amplifier is not required. Beside that, the air velocity of split air conditioning depend on its cooling capacity. The higher cooling capacity, the air velocity will be faster. The air velocity itself depend on the cleanliness of air filter. Dirty air filter will reduce the air velocity approximately 42%. Lower air velocity indicating the dirty level of air filter. will reduce the air velocity approximately 42%. Lower

air velocity indicating the dirty level of air filter.

ABSTRAK

Dalam pemberdayaan peningkatan budidaya pangan, salah satu usaha yang perlu mendapatkan perhatian adalah usaha peternakan ayam boiler yang mana merupakan salah satu usaha yang memiliki prospek yang baik. Hal ini dikarenakan kebutuhan akan daging ayam semakin meningkat dari tahun ke tahun. Ada beberapa aspek yang harus diperhatikan dalam usaha peternakan ayam boiler khususnya suhu dan kelembaban pada kandang. Suhu dan kelembaban kandang memegang peranan penting, baik dalam memberikan kenyamanan juga bermanfaat untuk pencegahan terhadap tumbuhnya jamur dan berkembangbiaknya bakteri dalam lingkungan yang lembab karena kelembaban tinggi. Pada anak ayam boiler yang dipelihara agar dapat tumbuh dengan optimal sehingga diperlukan alat yang dapat memonitor secara terus menerus dan real time. Alat ini digunakan sebagai alat ukur untuk mengetahui nilai suhu pada kandang ayam boiler. Pengukuran suhu pada kandang menggunakan Sensor Suhu DHT11 yang diletakkan di beberapa tempat, dan agar pemasangan sensor menjadi lebih mudah dan fleksibel maka transfer data dari tiap tiap sensor menggunakan sara bluetooth.. Dari hasil pembacaan terhadap sensor yang diletakkan pada beberapa tempat, data dikirim melalui transfer bluetooth dan selanjutnya diolah oleh Arduino UNO. Data hasil pengukuran yang dikirimkan melalui bluetooth pada tiap tiap sensor menggunakan identitas ID sensor ke penerima di mikrokontroler. Dan hari hasil pengukuran dan pengamatan didapatkan bahwa suhu bisa bervariasi untuk setiap area didalam kandang anak ayam, tergantung kepada posisi dan tata letak cahaya lampu pemanas dan blower yang terpasang. Penempatan sensor suhu dan kelembaban yang fleksibel dan tanpa kabel data (wireless communication) mempermudah mendapatkan tempat ideal untuk penempatan sensor dan blower sehingga suhu dan kelembaban kandang ayam lebih rapat dan lebih efisien. Untuk mengirimkan informasi kepada user bahwa suhu lebih tinggi dari batas regulasi dan mikrokontroler akan mengaktifkan relay untuk menyalakan kipas pendingin. Data hasil pengukuran dan kondisi aman ditampilkan ke pengguna melalui layar LCD display yang terpasang di dekat posisi arduino uno. Kritik dan saran terbuka untuk penelitian selanjutnya dan untuk perkembangan ipteks.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2021 by Author. Published by Universitas Batam.



PENDAHULUAN

Saat ini sistem pendingin dan tata udara telah menjadi salah satu kebutuhan utama pada berbagai bidang. Salah satu mesin pendingin yang umum digunakan adalah mesin pendingin ruangan jenis terpisah (Split Air Conditioner). Indoor Unit adalah bagian dari mesin pendingin yang terpasang di dalam ruangan dan berfungsi sebagai tempat terjadinya proses pendinginan ruangan.

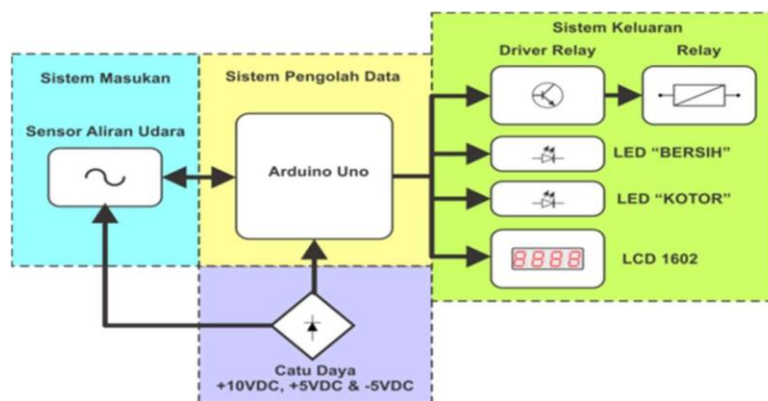
Selama proses pendinginan, udara di dalam ruangan disirkulasikan secara terus menerus dengan menggunakan blower motor. Selain itu pada indoor unit juga terpasang saringan udara yang berfungsi untuk menyaring kotoran-kotoran pada udara yang disirkulasikan. Saringan udara perlu dibersihkan secara berkala. Namun pada kenyataannya pengguna mesin pendingin seringkali tidak mengetahui kapan waktu yang tepat untuk membersihkan saringan udara tersebut.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menganalisis dampak serta mekanisme penyumbatan (fouling) pada filter udara sistem AC Split. Salah satu penelitian mendasar dilakukan oleh Bell dan Domanski (2004) yang meneliti efek penumpukan kotoran dan penurunan laju aliran udara terhadap kinerja pendinginan AC split. Penelitian mereka menunjukkan bahwa penyumbatan filter menurunkan aliran udara di atas kumparan evaporator, yang secara langsung mengecilkan kapasitas pendinginan dan menurunkan koefisien performa (Coefficient of Performance atau COP) sistem. Selanjutnya, Mawire dalkan timnya (2018) memfokuskan studi mereka pada konsumsi energi, yang membuktikan bahwa penyumbatan filter secara gradual memaksa kompresor bekerja lebih lama dan keras untuk mencapai suhu acuan (setpoint), sehingga mengakibatkan lonjakan konsumsi listrik harian hingga belasan persen. Di tingkat lokal, Pratama dan Suwono (2021) melakukan eksperimen laboratorium untuk mengukur hubungan antara ketebalan debu pada filter sintesis AC split dengan efisiensi pertukaran panas, di mana mereka menyimpulkan bahwa penyumbatan filter berkala dapat mengurangi penurunan suhu ruangan (temperature drop) secara signifikan dan mempercepat risiko pembekuan es (frosting) pada pipa kapiler evaporator.

Berdasarkan masalah tersebut, maka perlu melakukan studi dan penelitian dengan membuat sebuah “Rancang Bangun Pendeteksi Kebersihan Saringan Udara Pada Mesin Pendingin Jenis Terpisah”. Pembuatan rancang bangun pendeteksi kebersihan saringan udara ini menggunakan sensor aliran udara sebagai masukannya, Arduino Uno sebagai pengolah data dan lampu LED (Light Emitting Diode), relai serta layar LCD (Liquid Crystal Display) sebagai keluarannya.

METODE PENELITIAN

Pada Gambar 1 terlihat bahwa Rancang Bangun Pendeteksi Kebersihan Saringan Udara terbagi kedalam empat bagian yaitu; (1) Sistem masukan yang diberikan oleh sensor aliran udara, (2) Sistem pengolah data berupa Arduino UNO (3) Sistem Keluaran berupa Driver relai, LED bersih, LED kotor, dan layar LCD 1602. Dan (4) adalah catu daya sebagai sumber tegangan untuk sensor aliran udara dan Arduino UNO.

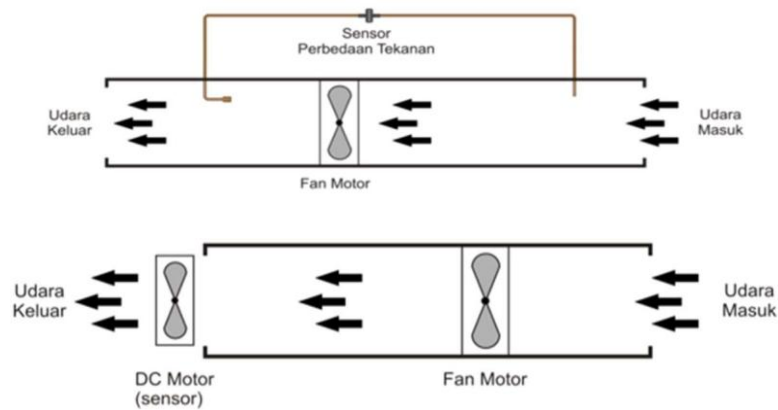


Gambar 1. Blok Diagram

Metoda Rancang Bangun Pendeteksi Kebersihan Saringan Udara Pada Mesin Pendingin Udara Jenis Terpisah. Metoda yang digunakan adalah dengan membuat replika atau simulasi konstruksi seperti terlihat pada Gambar 2.

1. Blower motor yang digunakan adalah fan motor jenis aksial dengan sumber tegangan 0-18VDC.
2. Saluran Udara menggunakan pipa PVC dengan diameter 2 inch.
3. Kondisi saringan udara disimulasikan dengan cara mengatur kecepatan Blower motor dengan menggunakan DC power supply.
4. Sensor perbedaan tekanan menggunakan pipa untuk mendeteksi perbedaan tekanan antara aliran udara masuk dengan aliran udara keluar, seperti terlihat pada Gambar 2A.

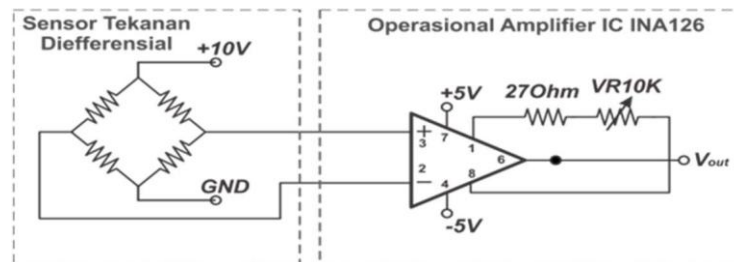
5. Motor DC yang berfungsi sebagai sensor aliran udara di pasang pada aliran aliran udara keluar, seperti terlihat pada Gambar 2B.



Gambar 2. Replika/Konstruksi; (A) Sensor aliran udara menggunakan sensor perbedaan tekanan, (B) Sensor aliran udara menggunakan DC motor.

Perancangan Sensor Perbedaan Tekanan

Sensor perbedaan tekanan dirancang dengan penguatan operasional amplifier IC INA126. Metoda yang dipergunakan adalah penguatan bridge current amplifier seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



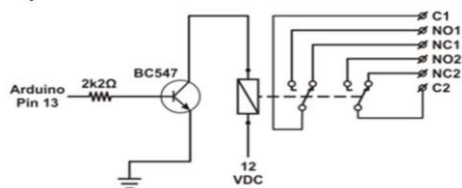
Gambar 3. Rangkaian Sensor Perbedaan Tekanan Dengan Bridge Current Amplifier IC INA126.

Penggunaan DC Motor

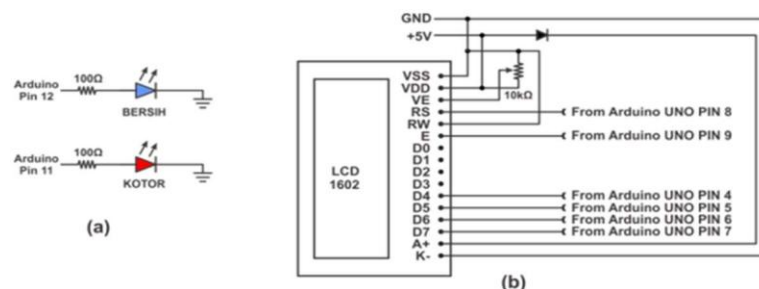
Berdasarkan prinsip kerjanya DC motor yang mampu menghasilkan tegangan bilamana diberikan energi mekanikal berupa putaran pada porosnya. Hal yang sama dilakukan dengan cara memberikannya gaya yang cukup supaya mampu memutar baling-baling pada poros motor DC

Perancangan Output

Perancangan output meliputi perancangan lampu indikator "Bersih", lampu indikator "Kotor" dan driver untuk LCD serta driver relai. LCD yang digunakan adalah LCD 1602, sedangkan driver relai menggunakan transistor BC 547 untuk mengontrol kerja relai



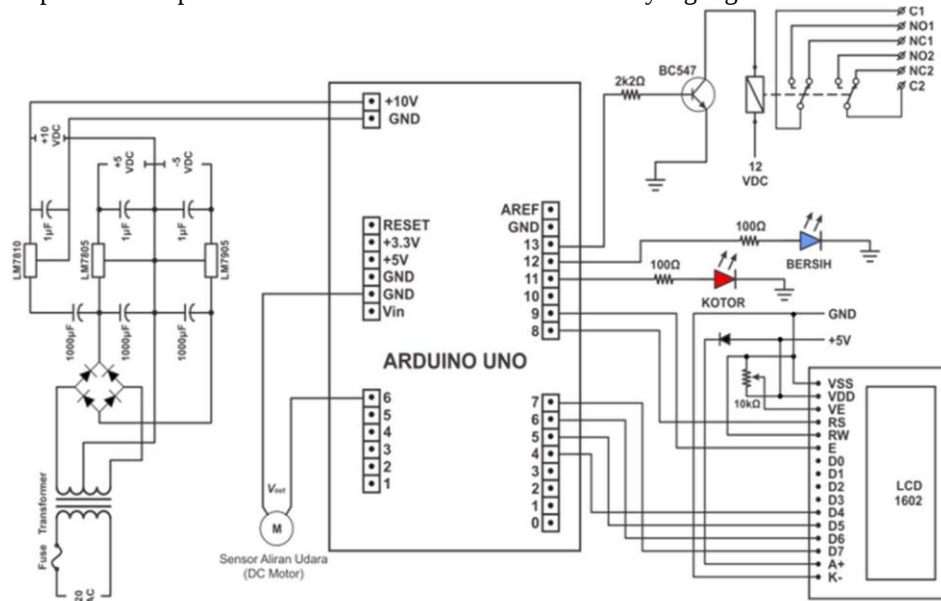
Gambar 4. Rangkaian Driver Relay



Gambar 5. (a) Rangkaian LED indicator, (b) Rangkaian LCD

Rangkaian Sistem Secara Keseluruhan

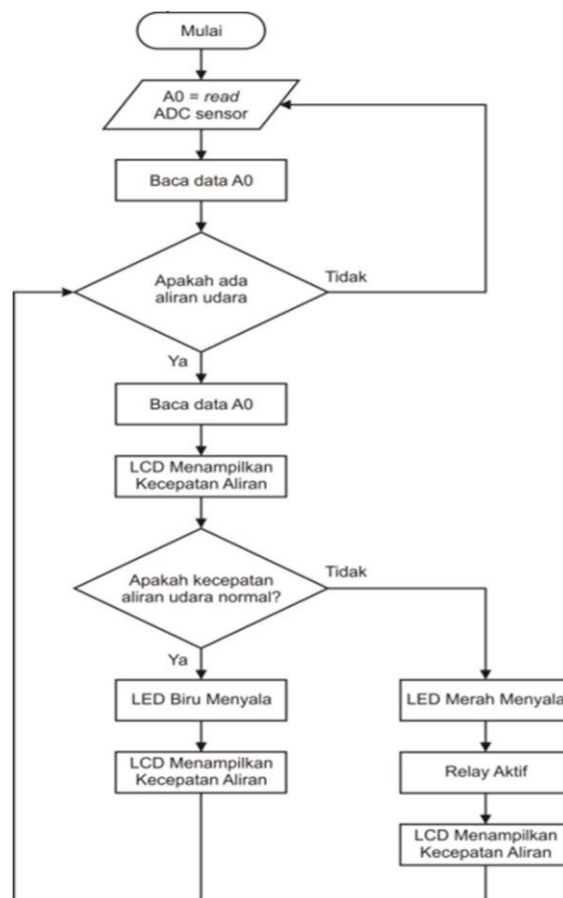
Secara keseluruhan Perangkat keras Alat Pendeteksi Kebersihan Saringan Udara Pada Mesin Pendingin Ruangan Jenis Terpisah seperti terlihat pada Gambar 6 Dimana sensor aliran udara yang digunakan adalah motor DC.



Gambar 6 Rangkaian Perangkat Keras Secara Keseluruhan

Sistem Perangkat Lunak

Sistem perangkat lunak adalah program yang berisi perintah-perintah yang bisa dibaca oleh pengolah data Arduino UNO. sehingga sistem perangkat keras dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Proses pemograman menggunakan software yang telah disediakan oleh arduino yaitu Arduino Source Code (ASC).



Gambar 7. Diagram Alir

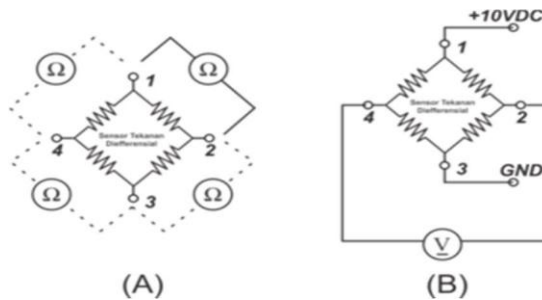
Diagram alir menggambarkan langkah kerja pengolahan data Arduino Uno dari awal pembacaan data dari sensor sampai dengan eksekusi pada akhir program.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mengacu pada datasheet sensor perbedaan tekanan dimana disebutkan bahwa di dalam sensor tertanam rangkaian Whitestone bridge seperti terlihat pada Gambar 8. Whitestone bridge tersebut terdiri dari empat buah tahanan, dimana nilai tahanan tersebut akan dipengaruhi oleh tekanan yang diberikan pada kedua sisi sensor.

Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui karakteristik sensor perbedaan tekanan. Pengujian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut;

1. Mengukur nilai tahanan awal sensor perbedaan tekanan.
2. Mengukur nilai tahanan ketika sensor diberikan tekanan dengan cara mengalirkan aliran udara pada kedua sisinya.
3. Membuat rangkaian seperti terlihat pada Gambar dibawah ini.
4. Diberikan catu daya +10VDC pada pin 1 dan pin 3, kemudian melakukan pengukuran tegangan pada pin 2 dan pin 4



Gambar 8 Pengujian Sensor Perbedaan Tekanan
(A) Pengukuran Nilai Tahanan; (B) Pengukuran Tegangan Keluaran

Tabel 1. Hasil pengujian Sensor Perbedaan Tekanan

No	Parameter	Aliran Udara		Satuan
		0 m/s	6.8 m/s	
A	Pengukuran Tahanan			
1	Pin 1 – Pin2	3.49K	3.49K	Ω
2	Pin 1 – Pin 3	4.66K	4.54K	Ω
3	Pin 1 – Pin 4	3.49K	3.48K	Ω
4	Pin 2 – Pin 3	3.49K	3.48K	Ω
5	Pin 2 – Pin 4	4.66K	4.65K	Ω
6	Pin 3 – Pin 4	3.49K	3.49K	Ω
B	Pengukuran Tegangan			
1	Pin 1 – Pin 3	9.9	9.9	VDC
2	Pin 2 – Pin 4	0	6m	VDC

Dari hasil pengujian di atas dapat dilihat bahwa ketika sensor diberikan aliran udara pada kedua sisinya, terjadi penurunan nilai tahanan pada pin 1 dan pin 3 sebesar 180Ω ($4.66k\Omega$ dikurangi $4.54k\Omega$). Sedangkan pada pin 1 – pin 4, pin 2 – pin 3 dan pin 2 – pin 4 terjadi penurunan tahanan sebesar 10Ω .

Dan ketika dilakukan pengukuran tegangan terlihat bahwa ketika sensor diberikan aliran udara, tegangan keluaran pada pin 2 dan pin 4 adalah $6mV$.

Karena tegangan keluaran sensor sangat kecil maka perlu adanya penguatan supaya bisa terbaca dengan mudah oleh pengolah data Arduino UNO. Penguatan menggunakan operasional amplifier, dan IC yang digunakan adalah IC INA126.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Perbedaan tekanan setelah dilakukan penguatan

No	Parameter	Aliran Udara		Satuan
		0 m/s	8 m/s	
1	Pin 1- Pin 3	9.9	9.9	VDC
2	Vout – Gnd (INA126)	14m	42m	VDC

Dari hasil pengujian diatas terlihat bahwa tegangan keluaran dari operasional amplifier tidak mengalami penguatan yang cukup. Sehingga sensor perbedaan tekanan tidak bisa digunakan sebagai sensor aliran pada Rancang

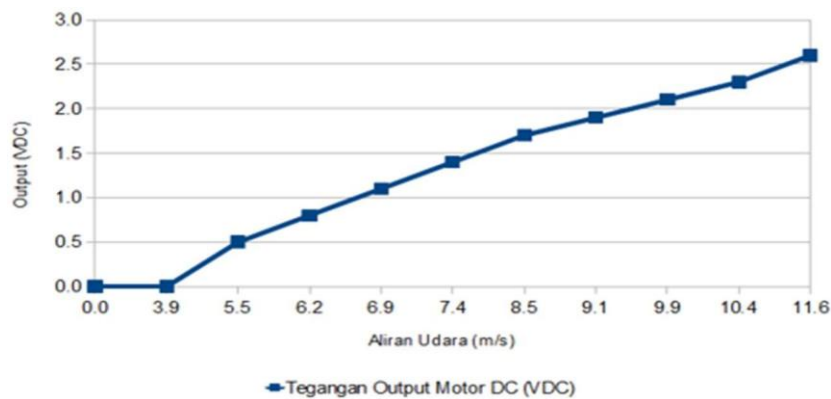
Bangun Pendeteksi Kebersihan Saringan Udara Pada Mesin Pendingin Jenis Terpisah.

Pengujian DC Motor Sebagai Sensor Aliran Udara

Pengujian DC motor sebagai sensor aliran udara adalah dengan mengalirkan aliran udara pada baling – baling sensor motor DC supaya berputar dan mulai menghasilkan tegangan. Tegangan tersebut digunakan sebagai referensi kecepatan aliran udara. Hasil pengtesan DC motor sebagai sensor aliran udara adalah sebagai berikut.

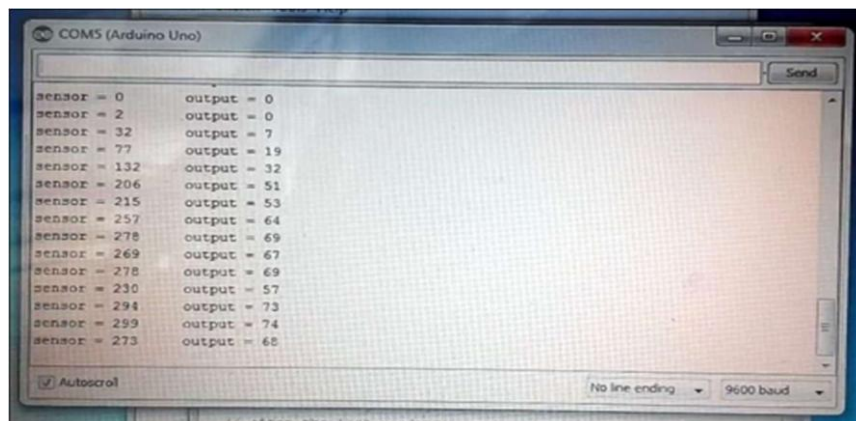
Tabel 3. Hasil Pengujian Motor DC

No	Aliran Udara (m/s)	Tegangan Output Motor DC (VDC)
1	0.0	0.0
2	3.9	0.0
3	5.5	0.5
4	6.2	0.8
5	6.9	1.1
6	7.4	1.4
7	8.5	1.7
8	9.1	1.9
9	9.9	2.1
10	10.4	2.3
11	11.6	2.6



Gambar 9. Grafik Tegangan DC Motor Terhadap Aliran Udara

Berdasarkan hasil pengujian diatas terlihat bahwa tegangan keluaran yang dihasilkan oleh DC Motor cukup besar dan tegangan ini dapat dibaca dengan mudah oleh pengolah data Arduino UNO. Hal ini terlihat ketika sensor DC motor dihubungkan dengan ADC Arduino UNO seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Pembacaan Tegangan Keluaran DC Motor dengan Arduino Uno

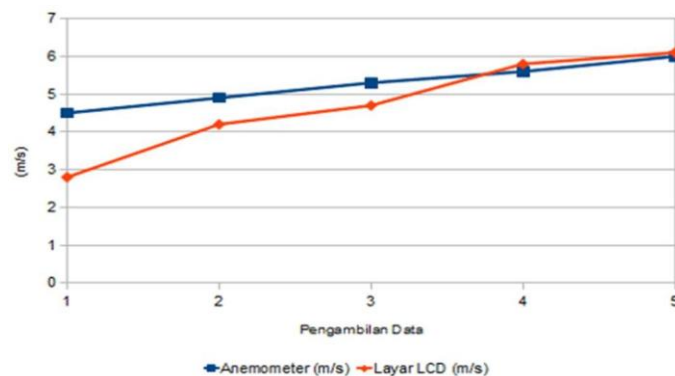
Pengukuran Kecepatan Aliran Udara

Kecepatan aliran udara merupakan sumber data yang akan digunakan untuk menentukan apakah Saringan udara

dalam kondisi bersih atau kotor.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Udara

No	Anemometer (m/s)	Layar LCD (m/s)	Selisih	Error (%) = $\frac{\text{Selisih}}{\text{Anemometer}} \times 100$
1	4.5	2.8	1.7	37.7
2	4.9	4.2	0.7	14.2
3	5.3	4.7	0.6	11.3
4	5.6	5.8	0.2	3.5
5	6.0	6.1	0.1	2.0
Rata-Rata Error = $\frac{\text{Error1} + \text{Error2} + \text{Error3} + \text{Error4} + \text{Error5}}{5}$				13.79



Gambar 11. Grafik Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Udara

Hasil pengukuran kecepatan aliran udara dengan menggunakan sensor motor DC dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 11. Dari gambar terlihat bahwa sensor motor DC mampu mengikuti pembacaan aliran udara yang diukur oleh Anemometer. Dari data diatas juga terlihat bahwa sensor motor DC memiliki error yang besar (37.7%) ketika aliran udara sebesar 4.5 m/s. Dan Error semakin kecil ketika aliran udara bertambah cepat. Sedangkan secara keseluruhan nilai error rata-rata adalah sebesar 13.79%.

Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian dilakukan dengan melakukan pengambilan data kecepatan aliran udara pada mesin pendingin jenis terpisah.

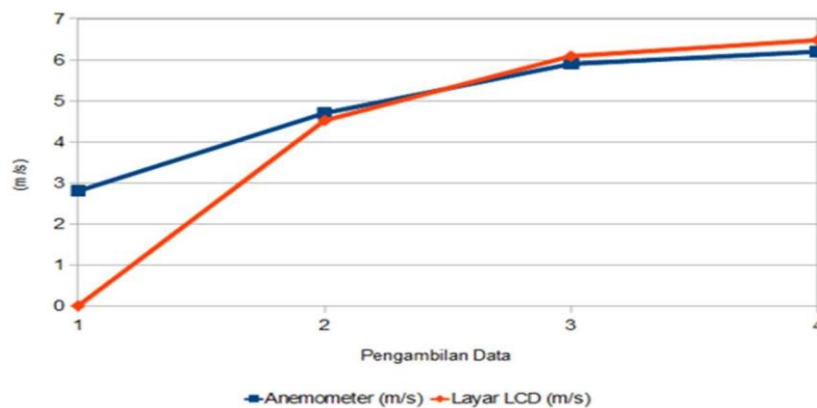
Tabel 5. Aktual Kecepatan Aliran Udara Pada Mesin Pendingin

No	Mesin Pendingin	Aliran Udara (m/s)		Selisih (C) = (A)-(B)	Error (%) $\frac{(C)}{(A)} \times 100$
		Saringan Udara bersih	Saringan udara kotor		
1	Kapasitas 7000 BTU (3/4 PK)	2.8	1.6	1.2	42.8
2	Kapasitas 9000 BTU (1 PK)	4.1	2.2	1.9	46.3
3	Mesin Pendingin 18000 BTU(2 PK)	6.6	4.0	2.6	39.4

Dari data diatas terlihat bahwa saringan udara dalam kondisi kotor jika telah mengalami penurunan aliran udara sebesar 42.8% dari aliran maksimalnya Dan jika mengacu pada karakteristik sensor aliran udara Motor DC terhadap aliran udara, maka Rancang Bangun Pendeteksi Kebersihan Saringan Udara dapat bekerja dengan baik ketika digunakan pada mesin pendingin jenis terpisah dengan kapasitas 2 PK. Karena pada mesin pendingin tersebut mampu mengalirkan udara sebesar 6.6 m/s.

Tabel 6. Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

No.	Anemometer (m/s)	Layar LCD (m/s)	Lampu	Relay
1	2.8	0.0	Semua OFF	OFF
2	4.7	4.52	Kotor	ON
3	5.9	6.09	Bersih	OFF
4	6.2	6.48	Bersih	OFF



Gambar 12. Grafik Hasil Pengukuran Sistem Keseluruhan

Berdasarkan data pada Tabel dan Gambar di atas terlihat bahwa alat mampu bekerja secara optimal, Hal ini dibuktikan dengan dengan hasil pembacaan sensor aliran udara dan juga keluaran berupa nilai aliran udara pada layar LCD, lampu indikator BERSIH/KOTOR dan ON/OFF relai.

Ketika aliran udara dalam kondisi normal 6.09 m/s dan 6.48 m/s, lampu indikator Bersih Menyala, Lampu indikator Kotor dan Relai tetap mati.

Sedangkan ketika aliran udara turun menjadi ± 4.52 m/s, lampu indikator Bersih akan padam, dan lampu indikator Kotor akan menyala serta relai akan aktif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisa pengujian serta pembahasan Rancang Bangun Pendeteksi Kebersihan Saringan Udara Pada Mesin Pendingin Jenis Terpisah maka dapat disimpulkan sebagai berikut;

1. Kebersihan saringan udara pada mesin pendingin dapat diketahui dari kecepatan aliran udara pada indoor unit. Dan Arduino Uno dapat digunakan sebagai pengolah datanya.
2. Tegangan yang dihasilkan motor DC dapat digunakan sebagai referensi kecepatan aliran udara. Sedangkan Sensor perbedaan tekanan sejauh ini sukar digunakan sebagai sensor aliran udara, karena data analog yang dikeluarkan terlampaui kecil ± 6 mV.
3. Keadaan kebersihan saringan udara dapat dilihat melalui layar LCD dan juga lampu indikator.

Karena keterbatasan dalam penelitian, maka perlu dilakukan penelitian lebih jauh mengenai sensor aliran udara (motor DC). Supaya sistem dapat di rancang untuk mesin pendingin dengan kapasitas kecil (0.5PK – 1PK) dimana aliran udara pada indoor unit cukup rendah yaitu di bawah 4m/s.

Perlu adanya perbaikan metode pengambilan data sehingga didapatkan hasil yang lebih akurat, seperti pengambilan data dilakukan di dalam laboratorium untuk mencegah gangguan dari aliran udara sekitar. Perlu adanya optimasi di bagian pemrograman pengolah data, supaya pembacaan aliran udara lebih stabil dan akurat.

Dari hasil penelitian ini perlu kiranya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai metode pendinginan udara Split Air Conditioner, sehingga saringan mesin pendingin tidak mudah kotor dan mampu mengurangi waktu perawatannya.

REFERENSI

- [1] Budi Eko S, Hugo A, Panca Anitasari, "Rancang Bangun Kran Air Wudhu Otomatis Dan Kontrol Bak Air Berbasis Arduino", Jurnal Jutisi : Jurnal ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi, 4(1),857-866, <https://doi.org/10.35889/jutisi.v4i3.106>, 2015.
- [2] Budiharto, W., 2012, Perancangan Sistem dan Aplikasi Mikrokontroler, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [3] Clayton, George & Winder, Steve, 2003, Operational Amplifiers Edisi Kelima, Terjemahan oleh Wiwit Kastawan, 2005, Erlangga.
- [4] Components 101, Arduino Uno Technical Specification <https://components101.com/microcontrollers/arduino-uno>, 2018.
- [5] Digital library, "sistem pendeteksi kebocoran gas menggunakan sensor mq-5 berbasis internet of things dengan nodemcu" esp8266 v.3, 2020
- [6] H.G, Malvino., 1990, Prinsip-prinsip Elektronika, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
- [7] Hadiyanto, G. (2021). Pemanfaatan Arduino Uno sebagai Alat Ukur Offset Voltage pada Infra Red Detector type TO39 dengan pembanding alat ukur DMM. Elkom: Jurnal Elektronika dan Komputer, 14(1), 121-129.

- [8] Hadiyanto, G. T., Saptarika, R., Anwar, N. E., & Raharjo, A. K. (2025). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Kandang Anak Ayam Berbasis Arduino Uno Melalui Bluetooth. *Zona Elektro: Program Studi Teknik Elektro (S1) Universitas Batam*, 15(1).
- [9] Olson, M., Reuben & Wright, J., 1993, Steven, *Dasar-Dasar Mekanika Fluida Teknik*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [10] Petruzella, D., Frank, 1996, *Elektronik Industri*, Terjemahan oleh Sumanto, 2002, Andi Yogyakarta.
- [11] Surjono, Dwi, Herman, 2007, *Elektronika: Teori dan Penerapan*, Cerdas Ulet Kreatif.