

## PERANCANGAN PENGONTROL KECEPATAN KIPAS SECARA OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA328

Anton Viantika<sup>1)</sup>, Mardaud Parwinoto<sup>2)</sup>

<sup>1,2)</sup> Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan Batam  
Email : [anton@ft.unrika.ac.id](mailto:anton@ft.unrika.ac.id)<sup>1)</sup>, [parwinoto.mardaud@gmail.com](mailto:parwinoto.mardaud@gmail.com)<sup>2)</sup>

### ABSTRAK

Kebutuhan akan pendingin ruangan membuat penduduk pulau Batam sebagian besar memiliki pendingin ruangan seperti kipas angin dan *Air Conditioner* (AC). Kipas angin yang digunakan saat ini bekerja secara manual, untuk menghidupkan dan menentukan kecepatan kipas. Perancangan pengontrol kecepatan kipas secara otomatis dengan menggunakan mikrokontroler atmega328 adalah sebuah perancangan alat pengatur kecepatan kipas berdasarkan perubahan suhu dalam sebuah ruangan. Kipas akan secara otomatis merubah kecepatannya dengan perubahan suhu yang dideteksi oleh IC LM335. Simulasi perubahan kecepatan kipas dilakukan dalam rentang suhu 24°C - 34°C yang akan merubah kecepatan kipas berdasarkan tombol kecepatan 1 – 3 (minimum – maksimum). *Port* keluaran pada mikrokontroller disambungkan dengan sebuah relay yang mengaktifkan kecepatan pada putaran kipas dan disetting agar pada suhu 24°C – 26°C *port* B2 akan mengaktifkan Relai#1 (RL1), dan RL1 mengaktifkan kecepatan minimum. Pada suhu 27°C – 29°C, *port* B1 akan mengaktifkan Relai#2 (RL2), dan RL2 mengaktifkan kecepatan sedang, RL2 bekerja dan mengaktifkan kecepatan sedang. Pada suhu >30°C, *port* B0 akan mengaktifkan Relai#3 (RL3), dan RL3 mengaktifkan kecepatan maksimum.

Kata kunci: Kipas, Suhu, Mikrokontroler, Sensor IC LM335

### ABSTRACT

*Demand for comfortable temperature makes most of the residents of Batam island have a cooler tools such as cooling fans and air conditioners. The fan used today works manually, to turn on and determine the fan speed. The design of an automatic fan speed controller using the ATmega328 microcontroller is a design of a fan speed controller based on changes in temperature in a room. The fan will automatically change its speed with changes in temperature detected by the IC LM335. The simulation of fan speed changes is carried out in a temperature range of 24 °C - 34 °C which will change the fan speed based on speed buttons 1 – 3 (minimum – maximum). The output port on the microcontroller is connected to a relay that activates the speed at the fan rotation and is set so that at a temperature of 24°C – 26°C port B2 will activate Relay #1 (RL1), and RL1 activate the minimum speed. At a temperature of 27°C – 29°C, port B1 will activate Relay #2 (RL2), and RL2 activates medium speed, RL2 works and activates medium speed. At >30°C, port B0 activates Relay#3 (RL3), and RL3 activates maximum speed.*

*Keyword: Fan, Temperature, Microcontroller, Sensor IC LM335*

## 1. PENDAHULUAN

Pulau Batam merupakan salah satu pulau yang ada di Indonesia, yang terletak di sekitar garis khatulistiwa, sehingga pulau Batam termasuk daerah yang beriklim panas atau tropis. Suhu rata-rata pulau Batam antara  $26.2^{\circ}\text{C}$  –  $28.2^{\circ}\text{C}$ , dengan suhu maksimum  $30.5^{\circ}\text{C}$  –  $34.2^{\circ}\text{C}$  dan minimum  $21.7^{\circ}\text{C}$  –  $23.5^{\circ}\text{C}$ . Kebutuhan akan pendingin ruangan membuat penduduk pulau Batam sebagian besar memiliki pendingin ruangan seperti kipas angin dan *Air Conditioner* (AC) untuk mendapatkan suhu nyaman antara  $22^{\circ}\text{C}$  –  $25^{\circ}\text{C}$ .

Kipas adalah pilihan yang paling ekonomis yang dapat dimiliki masyarakat secara umum karena harga yang bervariasi dan cukup terjangkau. Kipas angin yang banyak digunakan saat ini bekerja secara manual, untuk menghidupkan dan menentukan kecepatan kipas, seseorang harus menekan atau memutar saklar pengontrol kipas angin tersebut sehingga cukup merepotkan untuk mendapatkan suhu yg dikehendaki. Sistem pengontrol manual saat ini dapat digantikan dengan pengontrol kipas angin otomatis, sehingga kebutuhan manusia untuk dapat menghidupkan dan mengatur kecepatan kipas angin akan menjadi lebih mudah dan praktis.

Perancangan pengontrol kecepatan kipas angin yang otomatis menggunakan sensor suhu untuk dapat mendeteksi gejala perubahan suhu/panas yang terjadi dalam ruangan. Sebuah mikrokontroler dapat disetting untuk memproses hasil pembacaan sensor suhu yang diletakkan pada titik tertentu, untuk selanjutnya data

tersebut digunakan untuk menghidupkan atau mematikan serta menentukan kecepatan putar kipas. Dengan adanya sistem ini diharapkan pengoperasian kipas angin yang manual sekarang dapat diganti dengan sistem pengontrolan yang otomatis sesuai perubahan suhu yang diinginkan.

## 2. LANDASAN TEORI

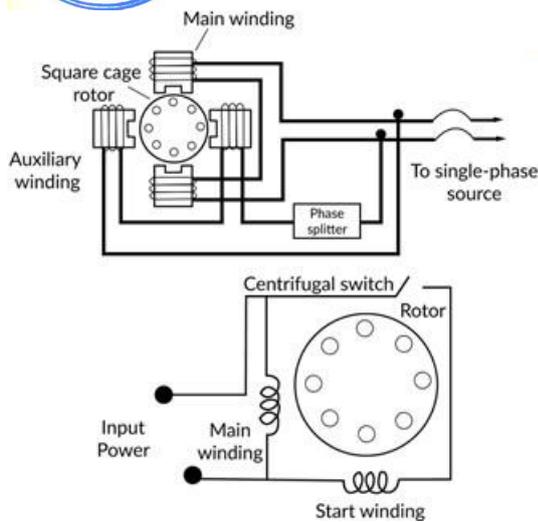
### 2.1. Motor AC

Motor AC adalah jenis motor listrik yang bekerja menggunakan tegangan AC (*Alternating Current*). Motor AC memiliki dua buah bagian utama yaitu “*stator*” dan “*rotor*”. *Stator* merupakan komponen motor AC yang statis, sedangkan *Rotor* merupakan komponen motor AC yang berputar. Motor AC dapat dilengkapi dengan penggerak frekuensi variabel untuk mengendalikan kecepatan sekaligus menurunkan konsumsi dayanya.

Motor listrik merupakan mesin listrik di dalam kipas angin yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Kapasitor kipas langit-langit menggerakkan motor listrik, memungkinkannya untuk memulai dan menjalankan.

Arus listrik mencapai motor, kemudian memasuki gulungan kawat yang melilit dasar logam. Saat arus ini melewati kawat, timbul medan magnet yang mengeluarkan gaya dalam gerakan searah jarum jam yang benar-benar mengubah energi listrik menjadi energi mekanik.

Tindakan ini menyebabkan kumparan motor berputar. Saat angin berputar, bagaimana cara kerja kipas angin adalah menangkap gerakan berputar dan mentransfernya ke bagian bilah kipas.



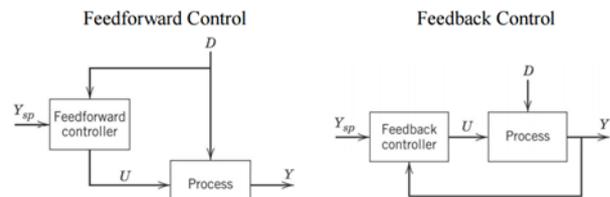
**Gambar 2.1** Komponen Kipas Angin

## 2.2. Sistem Kontrol

Sistem kontrol adalah sekumpulan komponen yang bekerjasama membentuk sebuah konfigurasi sistem yang akan memberikan hasil yang diinginkan oleh sistem tersebut (Dorf, RC & Bishop, RH, 2011). Sistem kontrol dapat dikelompokkan menurut beberapa cara. Sistem regulator secara otomatis menjaga suatu parameter agar memiliki harga tertentu, Sistem *followup* mengupayakan keluarannya agar mengikuti lintasan tertentu yang telah ditetapkan sebelumnya, dan Sistem kontrol *event* mengendalikan serangkaian peristiwa yang berurutan. Setiap sistem kontrol sekurang-kurangnya memiliki satu pengontrol (kontroler) dan satu aktuator. Aktuator adalah piranti elektromekanik yang menerima sinyal dari pengontrol dan mengubahnya menjadi aksi fisik.

Sistem kontrol secara umum terbagi menjadi dua, yaitu Kontrol loop terbuka atau umpan maju (*feed forward control*) dapat dinyatakan sebagai sistem kontrol yang keluarannya tidak diperhitungkan ulang oleh kontroler (pengontrol), dan

Kontrol loop tertutup menggunakan sensor untuk mendeteksi/mengukur keluaran yang akan dikembalikan sebagai umpan balik (*feed back*) untuk dibandingkan dengan masukan selaku referensi atau titik penyetelan (*setting point*).



**Gambar 2.2** Jenis Jenis Sistem Kontrol

## 2.3. Pengontrol Elektronik

Pengontrol berasal dari kata kontrol. Kontrol adalah pengawasan, pemeriksaan, pengendalian (Anonim, 1989). Sedangkan pengontrol adalah alat untuk mengontrol; orang yg (bertugas) mengontrol. Didalam sebuah sistem kontrol, pengontrol atau kontroler merupakan otak dari sistem, karena proses kerja yang terjadi dalam sistem tidak lepas dari perintah bagian ini. Kontroler melakukan evaluasi terhadap kondisi sistem kemudian mengambil tindakan guna mencapai tujuan yang diinginkan. Pengontrol elektronik yang sering digunakan, diantaranya Mikroprosesor, Mikrokontroler, dan PLC.

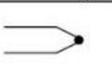
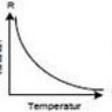
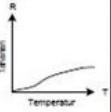
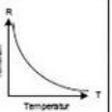
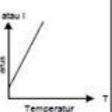
## 2.4. Sensor Suhu

Sensor adalah komponen listrik atau elektronik, dimana sifat atau karakter kelistrikannya diperoleh atau diambil melalui besaran listrik, sedangkan suhu adalah ukuran kuantitatif terhadap temperatur; panas dan dingin, diukur dengan termometer dengan satuan suhu yang digunakan yaitu *Celsius*, *Fahrenheit*, ataupun *Kelvin*.

Untuk mendeteksi gejala perubahan panas, temperatur, ataupun suhu pada suatu dimensi benda atau dimensi ruang tertentu maka diperlukan sebuah sensor suhu yang mengubah energi fisik menjadi menjadi sinyal listrik. Terdapat 4 jenis utama sensor suhu yang umum digunakan, yaitu *thermocouple*, *resistance temperature detector* (RTD), *thermistor* dan IC sensor.

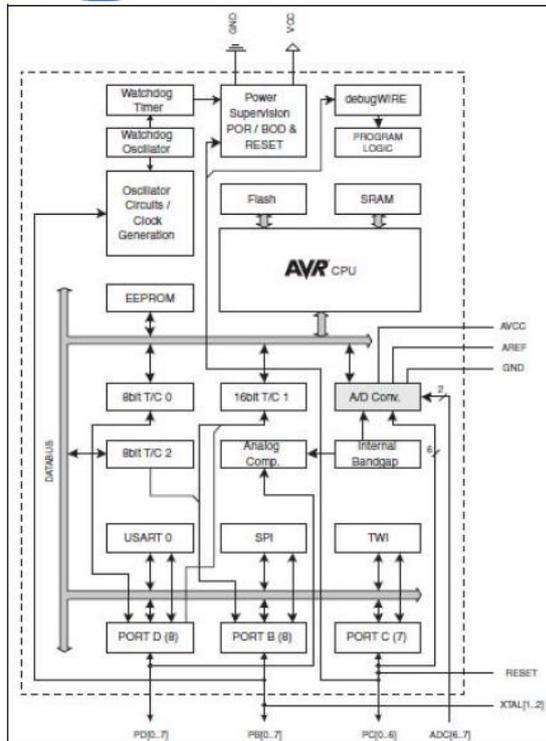
Selain 4 jenis sensor umum yang biasa digunakan, ada juga sensor yang mendeteksi perubahan suhu dari pancaran inframerah, yaitu *thermopile array*. *Thermopile array* adalah sensor yang dapat mendeteksi sinar infra merah dengan panjang gelombang  $2\mu\text{m} - 22\mu\text{m}$ . Panjang gelombang ini dihasilkan oleh benda-benda yang panas. Oleh karena yang dideteksi adalah radiasi panasnya saja, maka sensor *thermopile array* dapat mengukur suhu tanpa harus menyentuh sumber panas.

**Tabel 2. 1** Karakteristik Sensor Suhu

	Thermocouple	RTD	Thermistor	IC Sensor
Simbol				
Karakteristik				
Kekuatan	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Self powered</li> <li>✓ Sederhana</li> <li>✓ Murah</li> <li>✓ Banyak macamnya</li> <li>✓ Range suhu luas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Paling stabil</li> <li>✓ Paling akurat</li> <li>✓ Lebih linear daripada thermocouple</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Output tinggi</li> <li>✓ Cepat</li> <li>✓ Mengukur Ohms dua kawat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Paling linear</li> <li>✓ Output paling tinggi</li> <li>✓ Murah</li> </ul>
Kekemahan	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tidak linear</li> <li>✓ Tegangan rendah</li> <li>✓ Memerlukan referensi</li> <li>✓ Kurang stabil</li> <li>✓ Kurang sensitif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mahal</li> <li>✓ Memerlukan suply daya</li> <li>✓ <math>\approx R</math> kecil</li> <li>✓ Tahanan absolut rendah</li> <li>✓ Self heating</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tidak linear</li> <li>✓ Range suhu terbatas</li> <li>✓ Rentan</li> <li>✓ Memerlukan suply daya</li> <li>✓ Self heating</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <math>T &lt; 200 \rightarrow C</math></li> <li>✓ Memerlukan suply daya</li> <li>✓ Lambat</li> <li>✓ Self heating</li> <li>✓ Konfigurasi terbatas</li> </ul>

## 2.5. Mikrokontroler ATmega328

ATmega328 adalah mikrokontroler 8-bit CMOS yang hemat energy berbasis arsitektur RISC. Dengan mengeksekusi instruksi-instruksi didalam sebuah *clock cycle* tunggal, ATmega328 mendapatkan masukan mendekati 1 MIPS per MHz memungkinkan pendesain sistem untuk mengoptimalkan konsumsi daya dengan kecepatan pemrosesan. ATmega328 memiliki fitur: 32Kbytes In-System *Programmable Flash* dengan kemampuan *Read-While-Write*, 1Kbytes EEPROM, 2Kbytes SRAM, 23 *general purpose I/O lines*, 32 *general purpose working registers*, tiga pewaktu/pencacah fleksibel, *internal* dan *external interrupts*, sebuah serial *programmable USART*, *byte-oriented 2-wire Serial Interface*, sebuah SPI *serial port*, ADC 6-kanel 10-bit, dan *watchdog timer* dengan *internal oscillator* yang dapat diprogram.



Gambar 2.3 Blok diagram ATmega328

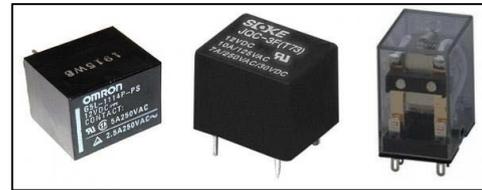
## 2.6. Pemrograman BASCOM-AVR

BASCOM-AVR adalah program BASIC *compiler* berbasis Windows untuk mikrokontroler keluarga AVR seperti ATmega8535, ATmega16, dan yang lainnya. BASCOM-AVR merupakan pemrograman dengan bahasa tingkat tinggi BASIC. BASCOM menyediakan beberapa kontrol program yang sering digunakan untuk menguji sebuah kondisi, perulangan, dan pertimbangan sebuah keputusan.

## 2.7. Relay.

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Ketika *solenoid* dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada *solenoid* sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas

akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka.



Gambar 2.4 Relay

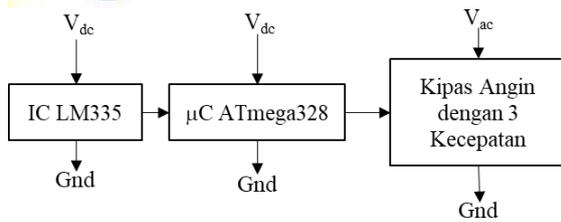
Prinsip kerja relay sama seperti saklar, namun perbedaannya adalah saklar dioperasikan manual sedangkan relay dioperasikan otomatis dengan dikontrol dengan sinyal-sinyal listrik. Relay mempunyai 3 jenis kontak *Normally Open Contact* (NO), *Normally Closed Contact* (NC), dan *Change-over* (CO) / *Double-throw* (DT) *Contacts*.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada tahap penelitian ini metode penelitian terdiri dari perancangan alat dan metode pengujian.

### 3.1. Perancangan Alat

Dalam perancangan alat ini meliputi dua bagian, yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Sistem dirancang untuk dapat mengukur suhu ruangan dengan menggunakan sebuah sensor suhu. Kemudian untuk melakukan pengontrolan terprogram dibutuhkan sebuah mikrokontroler. Perancangan sistem tersebut secara umum dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.1 Diagram blok rangkaian

### 3.2. Pengujian Sistem

Pengujian sistem ini dilakukan dengan sederhana dengan melakukan simulasi perubahan kecepatan kipas dilakukan dalam rentang suhu 24°C - 34°C yang akan merubah kecepatan kipas berdasarkan tombol kecepatan 1 – 3 (minimum – maksimum) kemudian diambil data – data perubahan sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Pengambilan Data Rangkaian Sensor Suhu

No	Temperatur yg diukur (°C)	Tegangan hasil perhitungan (V)	Tegangan hasil pengukuran (V)
1	24		
2	25		
3	26		
4	27		
5	28		
6	29		
7	30		
8	31		
9	32		
10	33		
11	34		

Nilai spesifikasi tegangan keluaran dari rangkaian masukan dihitung dengan cara sebagai berikut:

Untuk suhu <25°C :

$$V_{out0} = V_{out1} - 10mV \quad (\text{Rumus 3.1})$$

Untuk suhu >25°C :

$$V_{out0} = V_{out1} + 10mV \quad (\text{Rumus 3.2})$$

Ket :

$V_{out0}$  = Tegangan keluaran pada suhu yang diukur.

$V_{out1}$  = Tegangan keluaran pada satu derajat diatas suhu ukur.

Tabel 3.2 Pengambilan Data Rangkaian Kipas

PB0	PB1	PB2	RL1	RL2	RL3
0	0	0			
0	0	1			
0	1	0			
1	0	0			

Ket :

0 = Kondisi saklar/port tidak aktif.

1 = Kondisi saklar/port aktif.

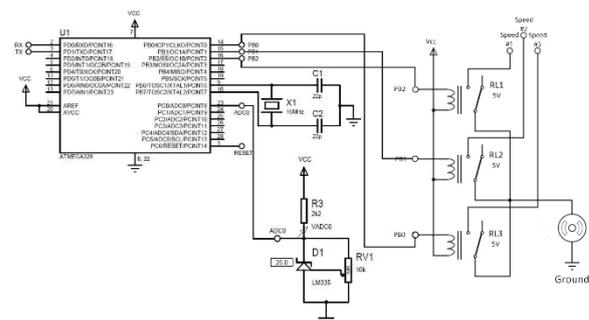
Tabel 3.3 Pengambilan Data Rangkaian Keseluruhan

No	Temp. yang diukur (°C)	Kecepatan #1	Kecepatan #2	Kecepatan #3	Kecepatan yang diinginkan
1	24				
2	25				
3	26				
4	27				
5	28				
6	29				
7	30				
8	31				
9	32				
10	33				
11	34				

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Perancangan Hardware

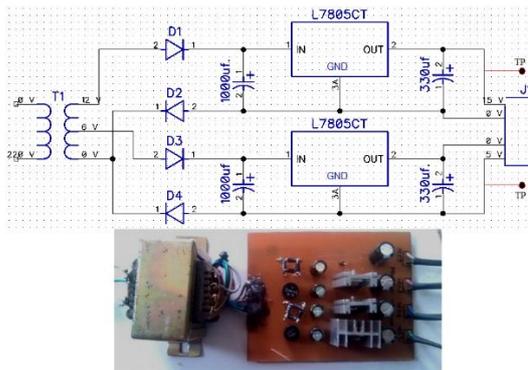
Perancangan hardware merupakan perancangan perangkat keras yang akan mendukung sistem kerja dari perancangan alat. Perancangan hardware yang dikerjakan merupakan rangkaian seseluruhan dari sistem pengontrolan kecepatan kipas yang terdiri atas sensor suhu, controller, dan kipas yang terhubung dengan controller sebagai berikut:



**Gambar 4.1** Rangkaian Kontroller Kipas

### 4.2. Perancangan *Catu Daya*

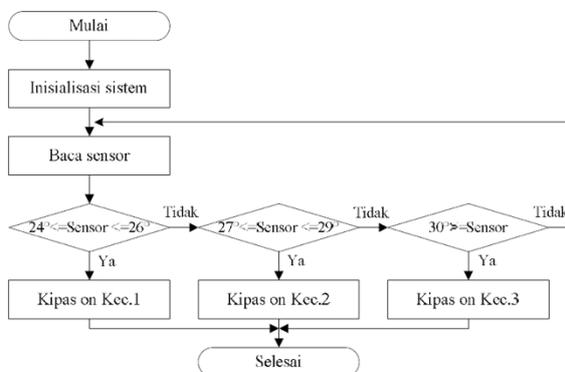
Rangkaian catu daya berfungsi untuk memberi arus dc dan tegangan dc ke seluruh rangkaian kontroller dan IC LM335.



**Gambar 4.2** Catu Daya

### 4.3. Perancangan *Software*

Perancangan perangkat lunak menggunakan *software* BascomAVR sebagai aplikasi pembangun program yang akan diisi ke mikrokontroler. *Software* BascomAVR karena lebih mudah digunakan dan sudah dilengkapi dengan simulator. Diagram alir perancangan perangkat lunak dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 4.3** Diagram Alir Pengontrollan.

### 4.4. Pengujian Alat.

#### 4.4.1. Pengujian Rangkaian Sensor Suhu.

Untuk menghasilkan pengukuran secara benar maka IC LM335 harus dikalibrasi dahulu dengan cara mengatur tahanan pada VR1 sehingga tegangan keluaran menjadi 2.98V pada suhu 25°C. Percobaan menggunakan solder yang dihidupkan dan didekatkan ke IC LM335 untuk menaikkan suhu udara disekitar IC dan es digunakan untuk menurunkan suhu disekitar IC dengan cara mendekatkan es pada IC. Pengukuran suhu digunakan termometer ruangan dengan cara mendekatkan termometer dengan IC LM335. Dibawah ini diuraikan cara perhitungan tegangan menggunakan rumus 3.1 dan 3.2, yaitu :

1. Perhitungan 26°C = 2.98V + 0.01V = 2.99V
2. Perhitungan 24°C = 2.98V - 0.01V = 2.97V

Setelah melakukan pengujian pada rangkaian sensor suhu maka didapatkan data hasil pengukuran sebagai berikut:

**Tabel 4.1** Data Rangkaian Sensor Suhu

No	Temp. yang diukur (°C)	Tegangan Hasil Perhitungan (V)	Tegangan Hasil Pengukuran (V)
1	24	2.97	2.963
2	25	2.98	2.984
3	26	2.99	2.995
4	27	3.00	3.006
5	28	3.01	3.017
6	29	3.02	3.028
7	30	3.03	3.039
8	31	3.04	3.050
9	32	3.05	3.061
10	33	3.06	3.072
11	34	3.07	3.083

#### 4.4.2. Pengujian Rangkaian Kipas.

Pengujian rangkaian kipas ini dilakukan dengan menganalisa keluaran di port b pada mikrokontroler yaitu port PB0, PB1, dan PB2, kemudian melihat relai RL1, RL2, atau RL3 yang bekerja. Setelah melakukan pengujian pada rangkaian kipas maka didapatkan data hasil pengujian sebagai berikut:

**Tabel 4.2** Data Rangkaian Kipas

PB0	PB1	PB2	RL1	RL2	RL3
0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	0	1	0
1	0	0	0	0	1

Disaat Port B2(PB2) pada mikrokontroler aktif maka Relai1(RL1) akan bekerja, disaat Port B1(PB1) pada mikrokontroler aktif maka Relai2(RL2) akan bekerja, dan disaat Port B0(PB0) pada mikrokontroler aktif maka Relai3(RL3) yang akan bekerja.

#### 4.4.3. Pengujian Rangkaian Keseluruhan.

Pada pengujian rangkaian pengontrol kecepatan kipas secara

keseluruhan didapatkan data hasil pengujian sebagai berikut:

**Tabel 4.3** Data Rangkaian Keseluruhan

No	Temp. yang diukur (°C)	Kecepatan #1	Kecepatan #2	Kecepatan #3	Kecepatan yang diinginkan
1	24	Aktif	Tidak Aktif	Tidak Aktif	Kecepatan #1
2	25	Aktif	Tidak Aktif	Tidak Aktif	Kecepatan #1
3	26	Aktif	Tidak Aktif	Tidak Aktif	Kecepatan #1
4	27	Tidak Aktif	Aktif	Tidak Aktif	Kecepatan #2
5	28	Tidak Aktif	Aktif	Tidak Aktif	Kecepatan #2
6	29	Tidak Aktif	Aktif	Tidak Aktif	Kecepatan #2
7	30	Tidak Aktif	Tidak Aktif	Aktif	Kecepatan #3
8	31	Tidak Aktif	Tidak Aktif	Aktif	Kecepatan #3
9	32	Tidak Aktif	Tidak Aktif	Aktif	Kecepatan #3
10	33	Tidak Aktif	Tidak Aktif	Aktif	Kecepatan #3
11	34	Tidak Aktif	Tidak Aktif	Aktif	Kecepatan #3

Terlihat dari table diatas, bahwa system berjalan sesuai dengan perencanaan yang dilakukan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengontrol kecepatan kipas angin dirancang untuk dapat bekerja secara otomatis, dengan mengukur besar suhu pada ruangan menggunakan IC LM335, kemudian data hasil pengukuran IC tersebut di proses pada mikrokontroler dan keluaran dari mikrokontroler dihubungkan ke relai untuk menggerakkan motor.
2. Setelah melakukan percobaan pada prototipe yang dibuat, pengontrol kecepatan kipas angin ini dapat bekerja dengan benar sesuai keinginan, dan dapat menentukan kecepatan putar dari motor sesuai suhu yang ditetapkan.

### 5.2. Saran

Berdasarkan hasil pengukuran dan pembahasan, ada beberapa saran untuk pengembangan alat pengontrol ini, yaitu:



1. Komponen-komponen yang digunakan untuk merangkai pengontrol kecepatan kipas hendaknya menggunakan komponen elektronika yang berkualitas baik, sehingga ketepatan pengaturan dan keamanan rangkaian akan lebih baik.
2. Sebagai perancangan diharapkan rancangan ini dapat dikembangkan lebih baik lagi agar dapat diaplikasikan ke rumah, kantor, ataupun gudang yang menggunakan kipas angin listrik.

- [7]. Setiawan, A : 2011, 20 Aplikasi Mikrokontroler ATMEGA 8535 dan ATMEGA16 menggunakan BASCOM-AVR, Andi Offset, Yogyakarta.
- [8]. Setiawan, I : 2009, Sensor dan Transducer, Universitas Dipenogoro, Semarang.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Dorf, R.C and Bishop, R.H : 2011, Modern Control System Solution Manual, Pearson Studium, London.
- [2]. Folkes Laumal : 2017, Implementasi Mikrokontroler ATMEGA328 di Bidang Pertanian dan Industri, Samudra Biru, Yogyakarta.
- [3]. Ogata, Katsuhiko : 1997, Modern Control Engineering. 3rd ed, Prentice Hall International, New Jersey.
- [4]. Putra, A.E : 2004, PLC: Konsep, Pemrograman Dan Aplikasi (Omron CPM1A/CPM2A Dan ZEN Programmable Relay), Gava Media, Yogyakarta.
- [5]. Putranto, A. dkk : 2008, Teknik Otomasi Industri Untuk SMK, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Indonesia.
- [6]. Risal, A : 2017, Mikrokontroler Dan Interface, Universitas Negeri Makasar, Makasar.