

# PROTOTYPE SISTEM OTOMATIS PENGUKURAN DENSITAS DEBU, KELEMBABAN UDARA, DAN SUHU RUANG BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 32 UNTUK STERILISASI UDARA PADA RUANG PERAKITAN LENS KAMERA

Fithri Muliawati<sup>1</sup>, Anggi Seftiana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dosen Tetap Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor, Jl. KH Sholeh Iskandar km 2, Bogor, Kode Pos 16162

<sup>2</sup>Mahasiswa Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor, Jl. KH Sholeh Iskandar km 2, Bogor, Kode Pos 16162

E-mail: [anggisefitiana95@yahoo.com](mailto:anggisefitiana95@yahoo.com)  
[fithri.muliawati@ft.uika-bogor.ac.id](mailto:fithri.muliawati@ft.uika-bogor.ac.id)

## ABSTRAK

**PROTOTYPE SISTEM OTOMATIS PENGUKURAN DENSITAS DEBU, KELEMBABAN UDARA, DAN SUHU RUANG BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 32 UNTUK STERILISASI UDARA PADA RUANG PERAKITAN LENS KAMERA.** Telah dilakukan pembuatan prototipe sistem otomatis pengukuran densitas debu, kelembaban udara, dan suhu ruang berbasis mikrokontroler ATmega 32 untuk sterilisasi udara pada ruang perakitan lensa kamera, melalui pemahaman sistem saat ini dan sistem baru, pembuatan rangkaian simulasi, pemilihan dan perakitan sensor, pembuatan dan pengintegrasian sistem, pembuatan program, pengujian sistem, pengukuran densitas debu, kelembaban udara dan suhu ruang, analisis hasil pengukuran dan kesimpulan. Penggunaan 4 port sebagai masukan dan keluaran. Port-A sebanyak 1 pin sebagai masukan data dari dust sensor, Port-B sebanyak 1 pin sebagai masukan data dari sensor kelembaban dan suhu, Port-C sebagai keluaran ke LCD, dan Port-D sebagai keluaran aktuator. Pembuatan program mikrokontroler ATmega32 terdiri atas sejumlah tahapan, yaitu: konfigurasi pin, deklarasi variabel, inisialisasi, program utama, dan Tampilan indikasi sistem pada LCD. Penulisan sintaks program sebagai penentu kinerja mikrokontroler. Prototipe sistem otomatis pengukuran densitas debu, kelembaban udara, dan suhu ruang berbasis mikrokontroler ATmega 32 untuk sterilisasi udara pada ruang perakitan lensa kamera berupa kotak akrilik 25 cm x 25 cm x 25 cm sebagai simulasi ruang perakitan lensa yang steril. Uji validasi digunakan beberapa kondisi udara, yang dikondisikan secara manual dan diasumsikan sebagai kondisi tubuh manusia. Terdapat tiga kondisi yang menjadi acuan hasil uji validasi rangkaian ini, yaitu: kondisi udara berdebu, kondisi udara basah/lembab dan kondisi udara panas. Pengkondisian saat rangkaian elektrik pada sistem tidak terjadi gangguan adalah pemberitahuan pada LCD berupa tulisan "Ruang Normal". Pemberitahuan saat kondisi sistem aman dikarenakan pada sistem mikrokontroler menerima input sinyal digital dari rangkaian sensor-transduser bernilai 0. Hasil pengukuran kadar debu yang terdeteksi berkisar 0.05 mg/m<sup>3</sup> tanpa gangguan kondisi buatan, dan berkisar 0.5 - 0.8 mg/m<sup>3</sup> dengan gangguan kondisi buatan. Kelembaban udara yang terdeteksi berkisar antara 40 - 70% tanpa gangguan kondisi buatan dan 80 - 100% dengan gangguan kondisi buatan. Suhu yang terdeteksi tanpa gangguan kondisi buatan dalam prototipe ruangan berkisar antara 20-35<sup>o</sup>C, dengan gangguan kondisi buatan berkisar 40 -70<sup>o</sup>C.

**Kata kunci:** Mikrokontroler, Otomatis, Densitas Debu, Kelembaban Udara, Suhu Ruang .

## 1. PENDAHULUAN

Udara merupakan unsur vital bagi kehidupan, karena setiap organisme bernapas memerlukan udara, salah satu contoh polusi udara yang terjadi diakibatkan oleh adanya butiran debu. Udara yang kotor karena tingginya kadar debu atau pun asap menyebabkan kadar oksigen berkurang. Keadaan ini sangat membahayakan bagi kelangsungan hidup setiap organisme. Pada kondisi tertentu, debu juga merupakan hal yang sangat mengganggu dan berpengaruh pada kondisi di suatu tempat, salah satu contoh ialah di ruang perakitan lensa kamera

yang mengutamakan udara steril dalam proses perakitan lensa agar tidak terkontaminasi debu yang dapat mempengaruhi fungsi lensa keseluruhan. Maka perlu upaya berkesinambungan untuk menjaga kualitas udara tetap bersih, segar, dan sehat. Debu juga bertanggungjawab menyebabkan suatu penyakit yang tentunya berbahaya bagi kesehatan manusia.

Prototipe sistem otomatis pengukuran densitas debu, kelembaban udara, dan suhu ruang berbasis mikrokontroler ATmega 32 untuk sterilisasi udara pada ruang perakitan lensa kamera meliputi: (a) bentuk fisis prototipe sistem otomatis pengukuran

densitas debu, kelembaban udara, dan suhu ruang berbasis mikrokontroler ATmega32 untuk sterilisasi udara pada ruang perakitan lensa kamera yang terdiri atas rangkaian sensor, rangkaian kontrol, dan rangkaian aktuator, (b) mikrokontroler ATmega32 dengan bahasa *BasCom AVR*, (c) kinerja sistem kontrol berbasis mikrokontroler ATmega32 melalui pemberian kondisi buatan.

Berdasarkan latar belakang tersebut telah dilakukan pembuatan prototipe sistem otomatis pengukuran densitas debu, kelembaban udara, dan suhu ruang melalui perolehan tujuan penelitian yaitu: (a) Sistem otomatis pengukuran densitas debu, kelembaban udara, dan suhu ruang berbasis mikrokontroler ATmega 32, dan (b) Efektifitas tenaga kerja pengoperasian yang sebelumnya masih dilakukan secara manual.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

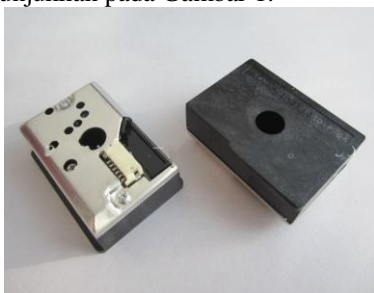
### 2.1 Sistem Otomatis

Era modernisasi ikut berimbas terhadap modernisasi alat baik di industri kecil maupun di industri besar. Peralatan di sebuah industri yang dulunya digerakkan manual oleh manusia kini mulai terotomatisasi yakni dikendalikan secara otomatis oleh mesin itu sendiri. Proses otomatisasi mesin dikenal dengan istilah sistem kontrol atau ada juga yang menyebut sistem pengendalian[3].

Pentingnya mempelajari sistem pengendalian ini erat kaitannya dengan mengefisienkan dan mengoptimalkan kerja mesin agar mampu kita atur sesuai dengan apa yang kita harapkan. Sistem Pengendalian Otomatis adalah sistem pengendalian dimana subyek digantikan oleh suatu alat yang disebut *controller*. Dimana tugas untuk membuka dan menutup valve tidak lagi dikerjakan oleh operator, tetapi atas perintah *controller*.

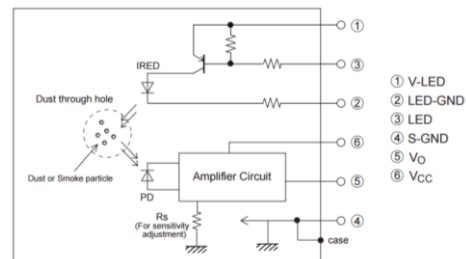
### 2.2 GP2Y1010AU0F Optical Dust Sensor

GP2Y1010AU0F *Optical Dust Sensor* ialah sensor debu yang berbasis inframerah[10]. Sensor ini sangat efektif dalam mendeteksi partikel yang sangat halus seperti debu atau asap rokok dan umumnya digunakan dalam sistem pembersih udara. GP2Y1010AU0F *Optical Dust Sensor*, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1** GP2Y1010AU0F *Optical Dust Sensor*

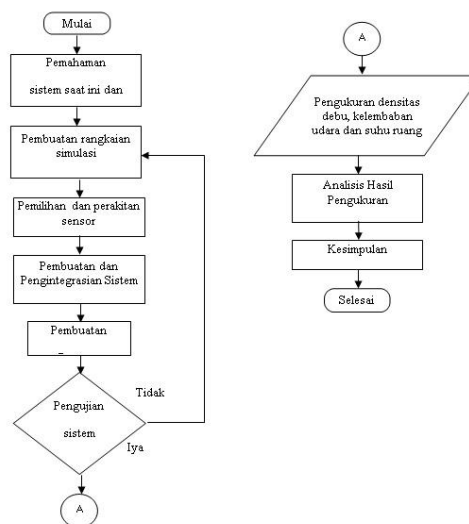
Prinsip kerja dari sensor ini ialah dengan mendeteksi debu ataupun partikel yang lain kemudian akan dipantulkan cahaya ke bagian penerima. *Schematic* GP2Y1010AU0F *Optical Dust Sensor*, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2** Internal Schematic GP2Y1010AU0F *Optical Dust Sensor*

### 2.3 Metode Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan untuk perolehan tujuan penelitian, meliputi: (1) Pemahaman sistem saat ini dan sistem baru, (2) Pembuatan Rangkaian simulasi, dan (3) Pemilihan dan Perakitan Sensor, (4) Pembuatan dan Pengintegrasian Sistem, (5) Pembuatan Program, (6) Pengujian Sistem, (7) Pengukuran densitas debu, kelembaban udara dan suhu ruang, (8) Analisis hasil pengukuran, dan (9) Kesimpulan. Diagram Alir metode penelitian, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



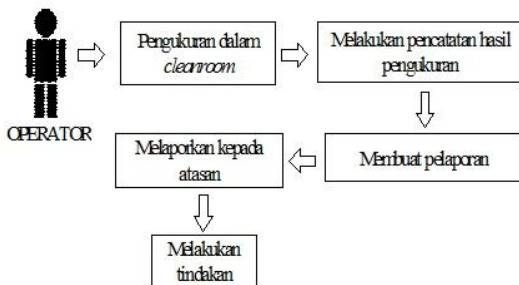
**Gambar 3** Diagram Alir metode penelitian

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa, diagram alir metode penelitian adalah tahapan yang dilakukan untuk perolehan setiap tujuan penelitian berupa Prototipe sistem otomatis pengukuran densitas debu, kelembaban udara, dan suhu ruang

berbasis mikrokontroler ATmega 32 untuk sterilisasi udara pada ruang perakitan lensa kamera.

**1) Pemahaman Sistem Saat Ini dan Sistem Baru**  
**a. Sistem Pengukuran Densitas Debu, Kelembaban Udara, dan Suhu Ruang Pada Ruang Perakitan Lensa Saat Ini**

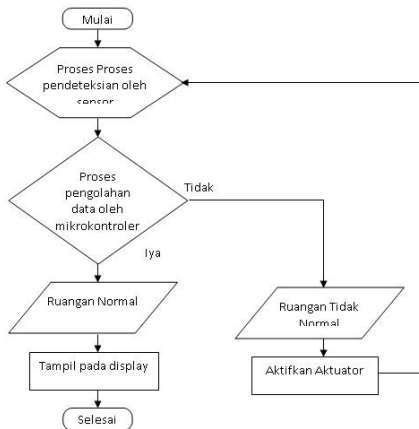
Dilakukan secara berkala untuk menjaga kualitas udara di ruangan. Alur proses pengukuran saat ini, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Alur proses pengukuran saat ini

**b. Prototipe Sistem Otomatisasi Pengukuran Densitas Debu, Kelembaban Udara, dan Suhu Ruang Pada Ruang Perakitan Lensa**

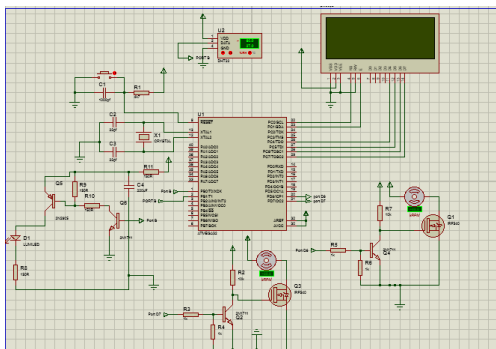
Alur proses otomatisasi pengukuran, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Alur Proses Otomatisasi Pengukuran

**2) Pembuatan Rangkaian Simulasi**

Pembuatan Rangkaian Simulasi dilakukan melalui program aplikasi Proteus, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Simulasi dengan program aplikasi Proteus

**3) Pemilihan dan Perakitan Sensor**

Sensor pada prototipe sistem otomatisasi pengukuran ini meliputi sensor debu, kelembaban udara, dan suhu.

**4) Pembuatan dan Pengintegrasian Sistem**

Langkah - langkah pembuatan dan pengintegrasian sistem, adalah: (1)pembuatan rangkaian skematis, (2)pembuatan layout rangkaian menggunakan aplikasi EAGLE, (3)pembuatan rangkaian pada Printer Circuit Board (PCB), (4)Pengawatan sistem dengan mikrokontroler.

**5) Pembuatan Program**

Langkah-langkah untuk pembuatan program, adalah: (1) pembuatan diagram alir/logika (algoritma), (2) penulisan sintaks, dan (3) uji verifikasi terhadap program berbasis bahasa BasCom yang telah dibuat ke dalam program aplikasi Proteus.

**6) Pengujian Sistem**

Langkah - langkah pengujian sistem, adalah: (1) pengujian fungsi daya sistem, dan (2) pengujian awal kondisi sistem.

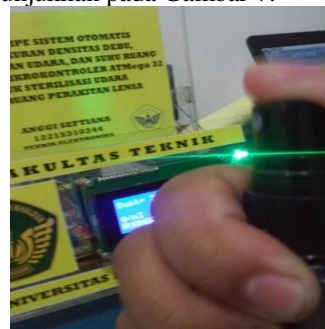
**7) Pengukuran Densitas Debu, Kelembaban Udara dan Suhu Ruang**

**(1) Pengukuran Densitas Debu**

Pengukuran densitas debu dilakukan dengan memberikan kondisi buatan pada ruangan, yaitu kondisi ruangan berdebu.

**(2) Pengukuran Kelembaban Udara**

Pengukuran kelembaban udara dilakukan dengan memberikan kondisi buatan pada ruangan, yaitu udara lembab/basah.. Penggunaan spray seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Penggunaan Spray

**(3) Pengukuran Suhu Ruang**

Dalam percobaan ini dilakukan menggunakan *Hairdryer*, sehingga udara ruangan menjadi panas. Penggunaan *Hairdryer* seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 10 Penggunaan *Hairdryer*

Pada setiap proses pemberian kondisi ruangan selalu dilakukan pengamatan dan pencatatan antara hasil pengukuran prototipe dengan pengukuran oleh alat ukur terstandar. Perbandingan pengukuran dengan alat ukur terstandar, seperti ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11 Perbandingan Pengukuran Dengan Alat Ukur Terstandar

### 3. HASIL DAN BAHASAN

#### 3.1 Bentuk Fisis Prototipe Sistem Otomatis Pengukuran Densitas Debu, Kelembaban Udara Dan Suhu Ruang Berbasis Mikrokontroler Atmega32 Untuk Sterilisasi Udara Pada Ruang Perakitan Lensa

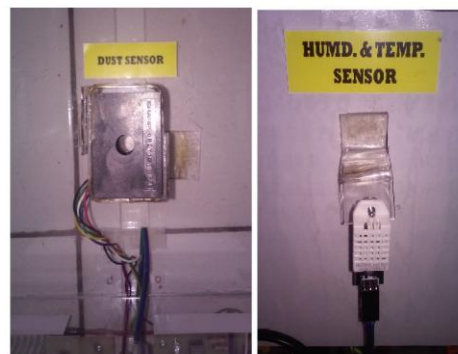
Bentuk fisis prototipe sistem ini dibuat menggunakan bahan akrilik dengan ukuran 25 cm x 25 cm x 25 cm, sebagai pengganti dari ruang perakitan lensa sebenarnya. Bentuk fisis prototipe sistem otomatis pengukuran densitas debu, kelembaban udara dan suhu ruang, seperti ditunjukkan pada Gambar 12



Gambar 12 Bentuk fisis prototipe sistem otomatis pengukuran densitas debu, kelembaban udara dan suhu ruang

#### 1. Sensor dan Tranduser

Prototipe Sistem Otomatis Pengukuran Densitas Debu, Kelembaban Udara Dan Suhu Ruang Berbasis Mikrokontroler Atmega32 Untuk Sterilisasi Udara Pada Ruang Perakitan Lensa ini, seperti sudah dijelaskan menggunakan 2 buah sensor dengan memiliki 3 keluaran (*output*), 1 buah sensor debu GP2Y1010AU0F dan 1 buah sensor kelembaban dan suhu DHT22, seperti ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13 GP2Y1010AU0F Dust sensor dan Humidity Sensor DHT22

#### 2. Sistem Utama

Sistem utama pembuatan prototipe ini menggunakan Mikrokontroler ATmega32 sebagai pengontrol keseluruhan sistem. Sistem utama, seperti ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14 Sistem utama

### 3. Aktuator

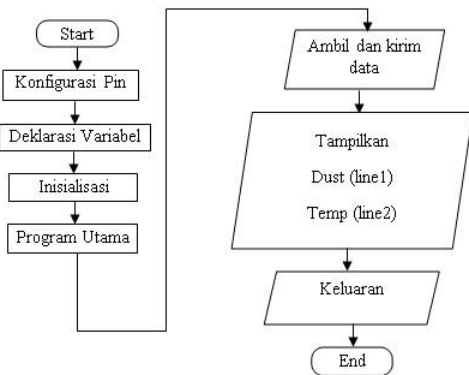
Penggunaan aktuator dalam prototipe ini sebagai pengendali kondisi udara bilaman terjadi gangguan. Aktuator dalam prototipe ini menggunakan dua buah kipas yang diparalel kedalam *driver* aktuator sebagai pemicu untuk penggerak kipas tersebut. Kipas dan driver aktuator seperti ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15 Kipas dan driver aktuator

### 3.2 Pemrograman Prototipe Sistem Otomatis Pengukuran

Diagram alir (algoritma) pemrograman seperti ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16 Diagram Alir Pemrograman

#### Penulisan Sintaks

Penulisan sintaks merujuk pada diagram alir (Algotirma) pemrograman

##### (a) Konfigurasi pin

Pada prototipe sistem otomatis pengukuran ini konfigurasi pin sebagai berikut :

Config Lcd = 20 \* 4

Config Lcdpin = Pin , Rs = Portc.0 , E = Portc.2 , Db4 = Portc.4 , Db5 = Portc.5 , Db6 = Portc.6 , Db7 = Portc.7

Cursor Off

Cls

##### (b) Deklarasi Variabel

Deklarasi jenis data yang harus dikerjakan pada prototipe ini, ialah:

```
'----- DHT 11 -----
-----'
```

Declare Sub Get\_th(t As Byte)

Config Serialin = Buffered , Size = 128

Config Serialout = Buffered , Size = 128

Dht\_put Alias Portb.1

Dht\_get Alias Pinb.1

Dht\_io\_set Alias Ddrb.1

Dim T As Byte , H As Byte , Crc As Byte , Mybyte As Byte

Dim Sensor\_data As String \* 40 , Tmp\_str8 As String \* 8 , Count As Byte

Enable Interrupts

Set Dht\_io\_set

Set Dht\_put

```
'----- DUST -----
-----'
```

Dim Dataadc As Word

Dim V1 As Single

Dim V2 As Single

Dim Vol As String \* 5

Dim Dustval As Single

##### (c) Inisial program

Inisial program pada prototipe sistem otomatis pengukuran ialah :

Config Portd.6 = Output

Config Portd.7 = Output

Kipas1 Alias Portd.6

##### (d) Program Utama Prototipe Sistem Otomatis Pengukuran

Program utama prototipe sistem otomatis pengukuran ini ialah :

If Dustval <= 0.3 And H <= 75 And T <= 35 Then

Kipas1 = 1

Portd = &HFF

Locate 4 , 1

Lcd " RUANGAN NORMAL "

Else

Kipas1 = 0

```
Portd = &H00
Locate 4 , 1
Lcd "RUANGAN TIDAK NORMAL"
```

```
End If
```

```
Loop
Return
```

### (e) Tampilan pada LCD

Sintak penampil keterangan pada prototipe sistem otomatis pengukuran ini ialah :

```
Locate 1 , 1
Lcd "Dust= " ; Dustval ; " mg/m3 "
```

```
Locate 2 , 1
Lcd "Temp= " ; T ; "C "
Chr(0) ; "C "
```

```
Locate 3 , 1
Lcd "Humd= " ; H ; "% "
```

### 3.3 Hasil Pengukuran Densitas Debu

Hasil pengukuran densitas debu dilakukan dengan memberikan kondisi buatan berupa serbuk bedak yang ditabur. Saat proses pembacaan oleh sensor debu, tegangan keluaran dari sensor akan terukur seiring besarnya nilai yang terdeteksi oleh sensor. Berikut hasil pengukuran acak densitas debu dan perbandingan nilai tegangan keluaranya, seperti ditunjukkan pada Tabel 1

**Tabel 1** Hasil Pengukuran Densitas Debu dan Perbandingan Nilai Tegangan Keluaranya

NO	Tegangan (V)	Densitas (mg/m <sup>3</sup> )
1	1.07	0.05
2	1.04	0.03
3	1.5	0.14
4	1.8	0.16
5	2	0.21
6	2.5	0.3
7	3.75	0.56

### 3.4 Hasil Pengukuran Kelembaban Udara

Hasil pengukuran kelembaban udara dengan kondisi normal ditunjukkan, bahwa nilai kelembaban udara sesuai kemampuan sensor, yaitu untuk kelembaban udara maksimal dengan nilai 90% yang sudah dalam bentuk data digital sebesar 40 bit dengan kiriman data 8 bit sebanyak 5 kali, untuk nilai kelembaban udara yaitu berada di data 8 bit yang ke-2 yang di ubah menjadi desimal. Sebagai contoh :

Mikrokontroler menerima 40 data :

```
0000 0010      1001 0010      0000 0001
0000 1101      1010 0010
High humidity 8  Low humidity 8  High temp. 8
Low temp. 8  Parity bit
```

Cara penghitungan :

```
0000 0010 + 1001 0010 + 0000 0001 + 0000 1101
= 1010 0010 (bit pembanding)
```

Penerimaan data benar :

```
Humidity : 0000 0010      1001 0010 = 0292H
(Hexadecimal)= 2×256 + 9×16 + 2 = 658 =>
Humidity = 65.8%RH
```

```
Temp. : 0000 0001      0000 1101 = 10DH
(Hexadecimal) = 1×256 + 0×16 + 13 = 269 =>
Temp.= 26.9°C
```

Berikut perbandingan nilai kelembaban udara, seperti dijelaskan pada Tabel 2

**Tabel 2** Hasil Pengukuran Kelembaban Udara dan Perbandingan Pada Alat Ukur Manual

NO	Kelembaban udara (prototipe) %	Kelembaban udara alat ukur manual manual
1	42	42
2	55	55
3	63	63
4	73	73

### 3.5 Hasil Pengukuran Suhu Ruang

Perhitungan pengukuran suhu ruang seperti dijelaskan, bersamaan dengan pengukuran kelembaban udara, melalui perhitungan digital. Hasil perhitungan dilakukan dengan meniupkan udara panas kedalam prototipe ruangan menggunakan pengering rambut (*Hairdryer*), selain itu dalam proses pengukuran nilai suhu ruang dibandingkan dengan nilai suhu pada alat ukur manual terstandar. Berikut perbandingan nilai suhu ruang, seperti dijelaskan pada Tabel 3.

**Tabel 3** Hasil Pengukuran Suhu Ruang dan Perbandingan Pada Alat Ukur Manual

NO	Suhu Ruang (prototipe) (°C)	Suhu Ruang alat ukur manual (°C)
1	22.1	21
2	24.6	25
3	28.1	27
4	29.3	30

### 3.6 Kinerja Aktuator dan Keterangan Kondisi Ruang

Hasil kinerja aktuator dan keterangan pada tampilan LCD dapat dijelaskan bahwa, kipas akan menyala apabila salah satu parameter pengukuran mengalami kondisi tidak sesuai kriteria yang

ditentukan, dan keterangan pada tampilan LCD akan menunjukkan “Ruangan Tidak Normal”, begitupun sebaliknya apabila parameter-parameter pengukuran dalam kondisi baik kipas tidak akan menyala dan keterangan pada tampilan LCD akan menunjukkan “Ruangan Normal”. Keterangan kondisi ruangan seperti ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17 Keterangan Kondisi Ruangan

Tabel kinerja aktuator seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Kinerja Aktuator

Densitas debu	Kelembaban udara	Suhu Ruang	Kipas
OK	OK	OK	OFF
NO	OK	OK	ON
OK	NO	OK	ON
OK	OK	NO	ON
NO	NO	NO	ON

Keterangan:

OK : nilai parameter terdapat pada besaran yang ditentukan

NO : nilai parameter tidak terdapat pada besaran yang ditentukan

OFF : kipas tidak menyala

ON : kipas menyala

### 3.7 Analisis Hasil Pengukuran

#### 1. Analisis Hasil Pengukuran Densitas Debu

Sesuai hasil pengukuran densitas debu pada Tabel 1, dapat dibuat grafik, seperti ditunjukkan pada Gambar 18

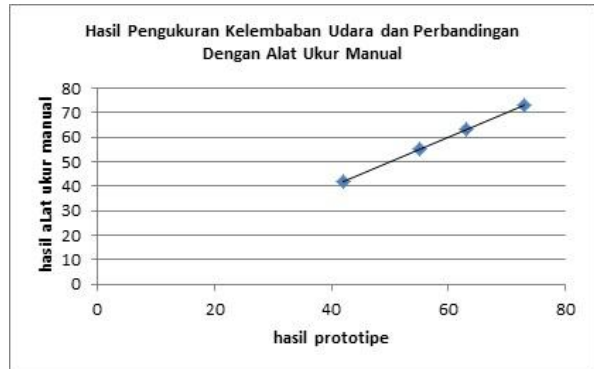


Gambar 18 Hasil Pengukuran Densitas Debu Terhadap Tegangan Keluaran Sensor

dari grafik tersebut dapat dijelaskan, bahwa rata-rata kenaikan tegangan keluaran sensor berbanding lurus dengan kenaikan densitas debu.

#### 2. Analisis Hasil Pengukuran Kelembaban Udara

Sesuai hasil pengukuran kelembaban udara dan perbandingan dengan alat ukur manual pada Tabel 2, dapat dibuat grafik, seperti ditunjukkan pada Gambar 19



Gambar 19 Hasil Pengukuran Kelembaban Udara dan Perbandingan Dengan Alat Ukur Manual

dari grafik tersebut dapat dijelaskan, bahwa pada kelembaban 42 % pada prototipe, alat ukur manual juga menunjukkan besaran yang sama.

#### 3. Analisis Hasil Pengukuran Suhu ruang

Sesuai hasil pengukuran suhu ruang dan perbandingan dengan alat ukur manual pada Tabel 3, dapat dibuat grafik, seperti ditunjukkan pada Gambar 20.



Gambar 20 Hasil Pengukuran Suhu Ruang Dan Perbandingan Dengan Alat Ukur Manual

dari grafik tersebut dapat dijelaskan, bahwa pada suhu ruang prototipe berkisar 22°C, alat ukur manual juga menunjukkan besaran yang mendekati, tergantung sensitivitas sensor.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- [1] Pembuatan sistem otomatis pengukuran densitas debu, kelembaban udara dan suhu ruang dapat berjalan dengan baik dan memungkinkan untuk diterapkan.
  - a) Sensor debu dapat membaca dengan baik perubahan kadar yang terjadi didalam ruangan, pada setiap waktu secara berkelanjutan. Nilai kadar yang terdeteksi berkisar  $0.05 \text{ mg/m}^3$  tanpa gangguan kondisi buatan, dan berkisar  $0.5 - 0.8 \text{ mg/m}^3$  dengan gangguan kondisi buatan. Kandungan debu maksimal didalam udara ruangan dalam pengukuran rata-rata 8 jam sebesar  $0.15 \text{ mg/m}^3$ , dengan pembatasan maksimal konsentrasi kadar debu pada program, sistem dapat mendeteksi kondisi gangguan yang terjadi dan membuktikan bahwa pengukuran densitas debu telah sesuai spesifikasi yang diharapkan.
  - b) Sensor kelembaban dapat membaca dengan baik perubahan kondisi kelembaban yang terjadi didalam ruangan, pada setiap waktu secara berkelanjutan sesuai kondisi udara dalam ruangan. Kelembaban udara yang terdeteksi berkisar antara  $40 - 70\%$  tanpa gangguan kondisi buatan dan  $80 - 100\%$  dengan gangguan kondisi buatan, melalui pembatasan maksimal kelembaban udara pada program, sistem dapat menjaga kondisi kelembaban udara secara berkesinambungan.
  - c) Sensor suhu dapat membaca dengan baik perubahan kondisi suhu ruangan yang terjadi. suhu yang terdeteksi tanpa gangguan kondisi buatan dalam prototipe ruangan berkisar antara  $20-35 \text{ }^\circ\text{C}$ , dengan gangguan kondisi buatan berkisar  $40 - 70 \text{ }^\circ\text{C}$ , melalui pembatasan maksimal suhu ruangan pada program, sistem dapat menjaga kondisi suhu ruangan secara berkesinambungan.
- [2] Efektifitas tenaga kerja dalam pengukuran densitas debu, kelembaban udara, dan suhu ruang dapat terlaksana, dikarenakan sistem berjalan secara otomatis, tanpa diperlukan lagi pengukuran secara manual.
- [3] Prototipe ini dapat berfungsi untuk mengkonisikan ruang perakitan lensa kamera pada batas yang disyaratkan antara lain densitas debu pada kisaran  $\leq 0.3 \text{ mg/m}^3$ , kelembaban udara pada kisaran  $\leq 65\%$ , dan suhu ruang pada kisaran  $\leq 35 \text{ }^\circ\text{C}$ , dikarenakan prototipe ini dibuat dengan tambahan aktuator sebagai penstabil kondisi ruang prototipe.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementrian Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia, Nilai Ambang Batas Faktor Fisika Dan Faktor Kimia di Tempat Kerja, \_\_\_\_, 01 November 2011 <http://dokumen.tips/documents/permenaker-no-13-tahun-2011-nab-faktor-fisika-dan-kimia-di-tempat-kerja.html> (diunduh 11 Juni 2016).
- [2] BPPT, *Pengertian Prototype*, \_\_\_\_, \_\_\_\_: 01 Mei 2012
- [3] <http://kip.bppt.go.id/index.php/prototipe/definisi-ali-h-teknologi.html> (diunduh 3 Juni 2014).
- [4] Gunterus, Frans. 1994, *Falsafah Dasar: Sistem Pengendalian Proses*, jakarta. PT. Elex Media Komputindo
- [5] <https://bangkititahermawati.wordpress.com/ipa-2/pengukuran/>
- [6] rafitarjenipolsri.blogspot.com/2016/02/penentuan-densitas.html <http://betterwork.org/in-labourguide/wp-content/uploads/KMK-No.-1405-ttg-Persyaratan-Kesehatan-Lingkungan-Kerja-Perkantoran-Dan-Industri.pdf> (diunduh pada tanggal 28 september 2016)
- [7] <https://onoe21.wordpress.com/laporan-agroklimatologi-tentang-stasiun-klimatologi-pengukuran-suhu-dan-kelembaban-udara.html>
- [8] <http://www.softilmu.com/2014/08/pengertian-dan-alat-ukur-suhu.html>
- [9] Septiawan, Faris, *Pengertian Sensor*, \_\_\_\_, \_\_\_\_, 3 Juni 2014 <http://farisseptiawan.blogspot.com/2010/03/pengertian-sensor.html> (diunduh 27 Februari 2016).
- [10] [https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/gp2y1010au\\_e.pdf](https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/gp2y1010au_e.pdf) (diunduh pada tanggal 25 september 2015)
- [11] Electronics, Aosong, *Digital-output relative humidity & temperature*, \_\_\_\_, \_\_\_\_, 10 Mei 2010 <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf> (diunduh 11 Juni 2016).
- [12] Gustasari, *Pengertian Mikrokontroler*, \_\_\_\_, \_\_\_\_, 2 Februari 2014 [http://sari.ilearning.me/2014/03/04/ringkasan-mikrokontroler-atmega8-dan-atmega8535/\(diunduh 27 Februari 2016\)](http://sari.ilearning.me/2014/03/04/ringkasan-mikrokontroler-atmega8-dan-atmega8535/(diunduh%2027Februari%202016)).
- [13] Anas Falahuddin, pengertian ATmega32, \_\_\_\_, \_\_\_\_, 2 Januari 2014 <http://www.anasfalahuddin.tk/2015/01/mikrokontroler-atmega32.html> (diunduh 27 Februari 2016).

#### UCAPAN TERIMA KASIH