

Desain Purwarupa dan Konsep Pemanfaatan IoT pada Sistem Kamar Otomatis

Design and concept of IoT Implementation in Automated Room System (ARS)

Bayu Kumoro Yakti^{*1}, Ragiell Hadi Prayitno², Sugeng Santoso³

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro Universitas Gunadarma, Jakarta;

Jl. Margonda Raya No. 100, (021) 78881112

³Jurusan Teknik Informatika Universitas Raharja, Tangerang;

Jl. Jenderal Sudirman No. 40, (021) 5529692

Email: ¹bayuyakti@staff.gunadarma.ac.id, ²ragiellhp@staff.gunadarma.ac.id,

³sugeng.santoso@raharja.info

Abstrak

Perkembangan teknologi memudahkan pengguna melakukan berbagai aktivitas dengan jauh lebih cepat. Hanya dengan sebuah tombol, pengguna dapat mengakses sejumlah besar informasi melalui kapabilitas komputer dan Internet. Internet of Things (IoT) merupakan sebuah visi di mana Internet meluas ke dalam kehidupan sehari-hari melalui jaringan perangkat nirkabel yang dapat diidentifikasi secara unik. Menggunakan node MCU ESP8266, sebuah sistem otomatis dapat dibuat. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sebuah sistem dalam bentuk purwarupa yang memfasilitasi pengguna untuk menciptakan kamar yang nyaman, dimana perangkat dapat dioperasikan baik secara otomatis maupun manual. Sistem ini juga dapat terhubung dengan internet sehingga bias ditampilkan hasil output via web untuk tujuan monitoring. Perangkat yang dibuat dalam penelitian ini menggunakan sensor asap dan suhu. Servo yang terhubung ke jendela dan pintu digunakan untuk mengatur suhu ruangan pada temperatur tertentu. Untuk mengontrol perangkat dari jarak jauh, sebuah saklar digunakan untuk mengaktifkan berbagai macam perangkat di dalam ruangan. Output dari penelitian ini adalah status servo pada jendela, kipas dan kadar udara yang ditampilkan pada perangkat dan web dengan pengecualian kondisi pintu, yang hanya ditampilkan pada perangkat.

Kata kunci— Otomatis, Manual, Mikrokontroler, nodeMCU, Sensor, Web

Abstract

The development of technology makes it easy for users to do various activities much faster. With just a button, users can access large amounts of information through the capabilities of computers and the Internet. Internet of Things (IoT) is a vision in which the Internet extends into everyday life through a network of wireless devices that can be uniquely identified. Using the MCU ESP8266 node, an automatic system can be created. The purpose of this research is to create a prototype system that facilitates the user to create a comfortable room, where the device can be operated both automatically and manually. This system can also be connected to the internet so that the output results can be displayed via the web for monitoring purposes. The device made in this study uses smoke and temperature sensors. Servos connected to windows and doors are used to regulate the temperature of the room at a certain

temperature. To control the device remotely, a switch is used to activate various types of devices in the room. The output of this study is the status of the servo on the window, fan and air content displayed on the device and the web with the exception of the condition of the door, which is only displayed on the device.

Keywords— Automatic, Manual, Microcontroller, nodeMCU, Sensor, Web

1. PENDAHULUAN

Internet of Things (IoT) adalah paradigma baru yang menjadi populer dengan penelitian dan industri. Ide dasarnya adalah bahwa IoT akan menghubungkan benda-benda di sekitar kita (elektronik dan listrik) untuk menyediakan komunikasi tanpa batas dan layanan kontekstual. [1] Jumlah perangkat yang terhubung di jaringan IoT akan sangat besar. Diperkirakan bahwa jumlahnya hampir 40 miliar, yaitu sekitar 30 perangkat untuk setiap pengguna jaringan sosial aktif di dunia. Dampak ekonomi dan manfaat IoT akan sangat besar. Peneliti mendefinisikan IoT sebagai sesuatu yang menghubungkan berbagai objek sehari-hari; dengan sifat koneksi yang masih perlu ditentukan. Koneksi dua arah melalui Protokol Internet merupakan kasus ideal, tetapi penggagas konsep IoT tampaknya telah menekankan model permintaan dan respons RFID yang lebih sederhana. IoT tidak dapat terpisah dari jaringan sensor yang dapat memantau tetapi tidak mengontrol. Keduanya menghubungkan objek sehari-hari dan jaringan sensor memanfaatkan serangkaian kemajuan teknologi, secara bersamaan membentuk miniatur, penginderaan hemat daya, pemrosesan, dan komunikasi nirkabel. [2]

Aktivasi peralatan elektronik di dalam ruangan biasanya diperlukan untuk memberikan fungsi pada tombol atau saklar. Hal ini mengakibatkan penggunaan waktu yang tidak efisien. Ditambah lagi jika kondisi pengguna dengan keterbatasan aktivitas fisik seperti penyandang cacat atau pengguna dengan kondisi kelelahan atau sakit, dimana aktivitas penggunaan saklar menjadi sulit untuk dilakukan. Dengan memperhatikan kondisi-kondisi tersebut, maka dilakukan upaya peningkatan kemudahan penggunaan perangkat dalam ruangan yang disebut dengan Sistem Kamar Otomatis (*Automated Room*).

Sistem kamar otomatis memanfaatkan sensor sebagai input yang memberikan perintah kontrol pada perangkat secara otomatis, sehingga aktivitas yang terjadi memerlukan energi manusia yang sangat kecil atau bahkan tidak sama sekali. Jika pengguna masih ingin mengendalikan perangkat tersebut, maka sistem dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan keinginan pengguna tanpa harus bergantung pada sensor bacaan. Dengan demikian, perangkat ini dapat diaktifkan baik secara manual maupun otomatis. Pengguna juga dapat memantau kondisi ruangan melalui *streaming* internet.

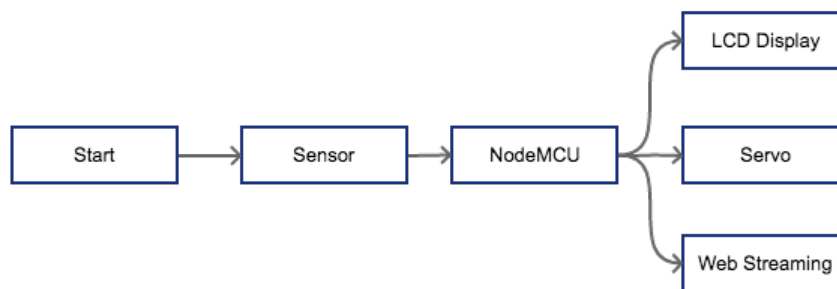
Konsep dan rancangan teknologi IoT dikembangkan dengan tujuan untuk menggantikan gerak manusia dalam mengendalikan peralatan elektronik. Pada system ini, pengguna tidak perlu bergerak sama sekali untuk mengendalikan suhu kamar yang nyaman. Dengan sistem kamar otomatis, pengguna tidak hanya dapat mengontrol perangkat kamar secara otomatis, tetapi juga dapat melakukan pengendalian sistem secara manual.

2. METODE PENELITIAN

Bagian ini akan membahas wawasan masing-masing fungsi dari keseluruhan sistem, yaitu desain perangkat keras dan struktur program. Namun sebelum itu, pemahaman penuh tentang metode dari keseluruhan sistem sangat diperlukan. Untuk merancang ruang otomatis akan dibantu terutama dengan nodeMCU dan sensor suhu.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pembuatan alat purwarupa. Penelitian ini, berlangsung dalam 2 (dua) tahap pelaksanaan. Tahap pertama adalah pembuatan alat, sementara tahap kedua adalah pengujian alat.

Sebagai uraian, proses yang diambil dalam proses perancangan adalah:



Gambar 1 Alur diagram sistem

Untuk menguraikan, proses yang diambil dalam proses perancangan seperti pada Gambar 1. Start merupakan awalan dari sistem kamar otomatis, dimana koding disisipkan pada NodeMCU yang akan memproses input setelah sistem sakelar diaktifkan. Sensor menangkap input yang berupa temperature udara dan asap. Gelombang input akan dialirkan menuju NodeMCU yang selanjutnya memproses input dan memberikan perintah otomatisasi perangkat yang berada di dalam kamar. Perangkat LCD menampilkan output berupa tulisan status perangkat, sementara Servo mengendalikan buka-tutup pintu kamar dan jendela. Sistem dihubungkan dengan Web untuk memudahkan pengguna melihat status aktivasi perangkat.

Internet of Things (IoT), yang disebut sebagai Internet of Objects, akan mengubah segalanya termasuk diri kita sendiri. Internet memiliki dampak pada pendidikan, komunikasi, bisnis, sains, pemerintah, dan kemanusiaan. Internet adalah salah satu ciptaan yang paling penting dan kuat dalam semua sejarah manusia dan sekarang dengan konsep internet hal, internet menjadi lebih menguntungkan untuk memiliki kehidupan yang cerdas di setiap aspek.

Internet of Things adalah teknologi baru untuk mengakses Internet. Dengan Internet of Things, objek mengenali diri mereka sendiri dan mendapatkan perilaku intelijen dengan membuat atau memungkinkan keputusan terkait berpikir bahwa mereka dapat mengkomunikasikan informasi tentang diri mereka sendiri. Objek-objek ini dapat mengakses informasi yang telah dikumpulkan oleh hal-hal lain, atau mereka dapat ditambahkan ke layanan lain. Dalam IoT, bahasa komunikasi akan didasarkan pada protokol yang dapat dioperasikan, yang beroperasi di lingkungan dan platform yang heterogen. IoT dalam konteks ini adalah istilah umum dan semua objek dapat memainkan peran aktif untuk dapat terhubung ke Internet dengan menciptakan lingkungan yang cerdas, di mana peran Internet telah berubah. [3]

Internet of Things (IoT), kadang-kadang disebut sebagai Internet of Objects, akan mengubah segalanya termasuk diri kita sendiri. Internet memiliki dampak pada pendidikan, komunikasi, bisnis, sains, pemerintah, dan kemanusiaan. Internet adalah salah satu ciptaan yang paling penting dan kuat dalam semua sejarah manusia dan sekarang dengan konsep Internet of Things, internet menjadi lebih penting untuk dimiliki dalam rangka mencapai kehidupan yang cerdas di setiap aspek.

2.1 Perangkat Keras

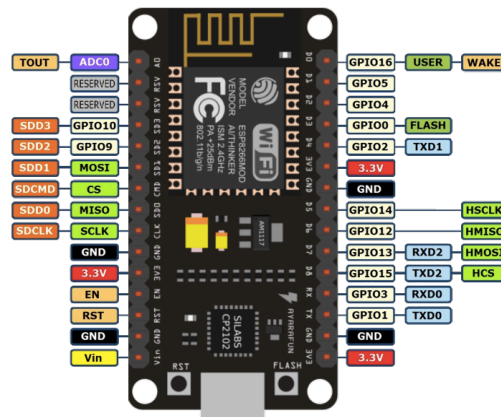
Bagian perangkat keras dapat dibagi menjadi beberapa sub bagian. Masing-masing bagian terdiri dari komponen sebagai berikut:

- Servo, berfungsi sebagai output, mengontrol jendela dan pintu.
- NodeMCU berfungsi sebagai pengatur waktu dan pengontrol seluruh sistem.
- Sensor, berfungsi sebagai input, menerima suhu dari lingkungan sekitarnya dan akan melanjutkan data ke mikrokontroler.

Berikut adalah detail alat dan bahan yang dipakai pada penelitian ini:

2. 1.1 NodeMCU

NodeMCU adalah platform IoT open source. Terdiri dari perangkat nirkabel yang berjalan di ESP8266 dan perangkat keras yang berbasis pada modul ESP-12. NodeMCU mikrokontroler dengan Wi-Fi terintegrasi, yang berarti bahwa tidak perlu chipset Wi-Fi tambahan. Desain sistem pada chip (SoC) memungkinkan komunikasi melalui GPIO dengan menghubungkan ke Internet dan mengirimkan data melalui Internet. [4]



Gambar 2 NodeMCU

Gambar 2 mengulas bahwa dengan Internet of Things, apa pun akan dapat berkomunikasi ke internet kapan saja dari mana saja untuk menyediakan layanan apa pun oleh jaringan apa pun kepada siapa pun. Konsep ini akan membuat jenis aplikasi baru dapat melibatkan seperti kendaraan pintar dan rumah pintar, untuk menyediakan banyak layanan seperti pemberitahuan, keamanan, penghematan energi, otomatisasi, komunikasi, komputer dan hiburan.

2. 1.2 Servo

Motor servo adalah perangkat keras atau aktuator putar (motor) yang didesain memakai sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros perangkat output motor [5].



Gambar 3 Servo

Gambar 3 merupakan perangkat servo yang digunakan pada penelitian ini. Servo yang dipakai mempunyai fitur kecil dan ringan dengan daya output tinggi. Servo dapat memutar sekitar 180 derajat (90 di setiap arah), dan berfungsi seperti jenis standar tetapi lebih kecil.

Mampu menggunakan kode servo, perangkat keras atau perangkat lunak untuk mengontrol servos ini [5].

2. 1.3 *Temperature Sensor with Steel Head*

Sensor suhu pada gambar 4 yang dipakai pada penelitian ini adalah termostat NTC yang dikemas dalam lapisan besi [6]. Kelebihan dari sensor ini adalah dapat digunakan di lingkungan yang sulit dan memiliki kisaran suhu yang cukup jauh dibandingkan dengan sensor lain seperti LM35 [7]. Sensor ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Thermostat NTC 10K
- 2 output garis: panjang 30cm
- Akurasi: 1°



Gambar 4 Sensor Suhu

Cara mengubah batas atau kisaran suhu yang diinginkan adalah dengan mengubahnya langsung pada software pemrograman. Pada penelitian ini, software yang digunakan adalah menggunakan Arduino.

Batas atau kisaran suhu yang digunakan pada penelitian ini adalah 27° Celsius. Program akan melakukan aksi tertentu jika suhu yang terdeteksi berada dibawah atau diatas suhu tersebut. Suhu 27° celcius dipilih karena suhu tersebut merupakan suhu yang nyaman bagi peneliti. Pengaturan suhu ini dapat diubah langsung pada software arduino sesuai dengan suhu yang diinginkan pengguna.

2. 1.4 *LCD 16x2*

Layar LCD (Liquid Crystal Display) adalah perangkat alat untuk menampilkan hasil output elektronik dan dapat dipakai berbagai macam fungsi aplikasi. Layar LCD 16x2 adalah modul yang sangat dasar dan sangat umum digunakan di berbagai perangkat dan sirkuit. [8]

Register perintah menyimpan instruksi perintah yang diberikan kepada LCD. Perintah adalah instruksi yang diberikan kepada LCD untuk melakukan tugas yang telah ditentukan seperti menginisialisasi, membersihkan layar, mengatur posisi kursor, mengontrol tampilan dll. Register data menyimpan data yang akan ditampilkan pada LCD. Data adalah nilai ASCII dari karakter yang akan ditampilkan pada LCD. [9]

2. 1.5 *Motor DC driver*

Modul driver motor seri DC digunakan dalam suatu sistem untuk memperkuat dan mengendalikan arus atau keluaran tegangan (keluaran) (mis. Mikrokontroler) sehingga pengendali dapat mengendalikan motor DC. [10]

2. 1.6 Motor Listrik Brushless DC

Motor listrik DC brushless (motor BLDC, motor BL) juga dikenal sebagai motor komutasi elektronik (ECM, EC motor) adalah motor sinkron yang ditenagai oleh sumber listrik DC melalui catu daya inverter / switching terintegrasi, yang menghasilkan sinyal listrik AC untuk menggerakkan motor. Bagian rotor dari motor tanpa sikat sering berupa magnet motor sinkron permanen. [11]



Gambar 5 Kipas

Motor *brushless* pada gambar 5 dapat dipakai sebagai motor stepper. Istilah motor stepper digunakan untuk motor yang dirancang khusus dalam mode dimana mereka sering dihentikan dengan rotor dalam posisi sudut yang sudah ditentukan. Perangkat keras motor listrik yang digunakan pada penelitian ini adalah kipas.

2. 1.7 Sensor Asap MQ-4

Sensor asap merupakan sensor yang dapat mendeteksi kadar konsentrasi udara. Tiap sensor asap dapat mendeteksi jenis asap tertentu seperti MQ-2 yang cocok untuk mendeteksi Methane, Butane, LPG, dan MQ-3 yang cocok untuk mendeteksi Alcohol, Ethanol [12].

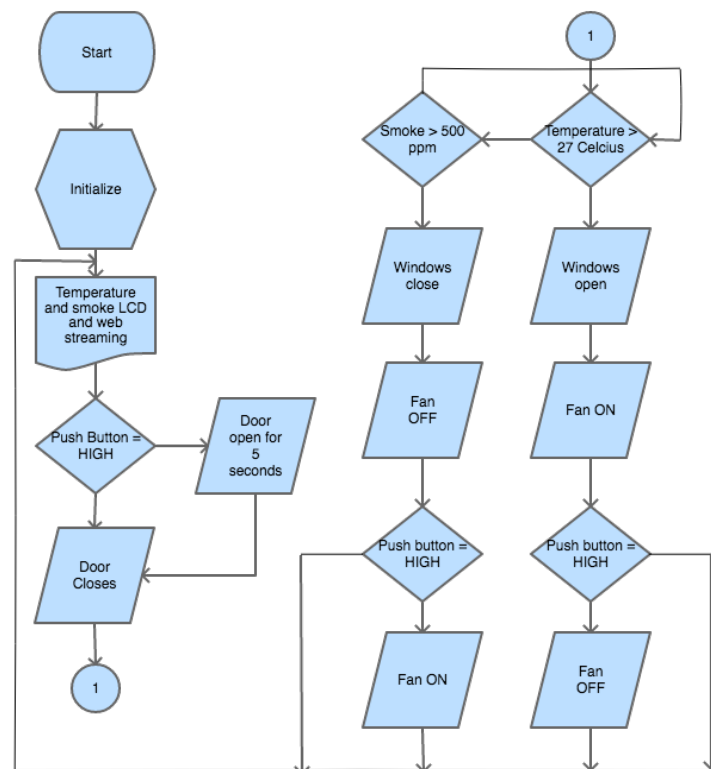


Gambar 6 sensor asap MQ-4

Pada penelitian ini, sensor asap yang digunakan adalah MQ-4 seperti pada gambar 6. Bahan sensitif sensor gas MQ-4 adalah SnO₂, dengan konduktivitas lebih rendah di udara bersih. Ketika gas target yang mudah terbakar terdeteksi, konduktivitas sensor meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi gas. Sensor gas MQ-4 memiliki sensitivitas tinggi terhadap Metana, juga terhadap Propana dan Butana. Sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi berbagai gas yang mudah terbakar, terutama Metana, yang cocok untuk aplikasi berbeda [12].

2. 2 Perangkat Lunak

Perangkat Lunak berperan sebagai perintah penghubung antara semua elemen dalam sistem, yang menjadi cara sistem untuk berkomunikasi. Karena itu, untuk menggerakkan roda, sangat penting untuk merancang perangkat lunak yang sesuai dan dengan urutan yang benar. Dalam perancangan sistem ini, perangkat lunak yang akan digunakan adalah perangkat lunak opensource dari Arduino IDE versi 1.8.5. Perangkat lunak akan mengambil kendali loop tidak terbatas untuk ruangan, hingga mencapai suhu tertentu dan tombol tekan mencapai ambang batas.



Gambar 7 Gambar Flowchart

Dari gambar 7 di atas, diagram alur menjelaskan program jendela, program kipas dan pintu. Sistem ini menginisialisasi dan membaca sensor suhu program dan sensor asap.

Sistemi ini terdiri dari program untuk pintu. Pintunya akan selalu tertutup dan hanya dapat dibuka dengan menekan tombol pintu. Pintu akan terbuka selama 5 detik lalu menutup kembali.

Sensor suhu dan asap menggunakan program OR. Jika suhu lebih dari 27°C, 2 servo akan membuka jendela dan kipas akan aktif secara otomatis. Setelah itu, pengguna dapat mematikan kipas secara manual dengan menekan saklar kipas, selanjutnya program akan kembali berjalan untuk proses inisialisasi.

Jika suhunya kurang dari 27°C, program akan memeriksa sensor asap. Jika sensor asap mendeteksi asap, 2 servo akan membuka jendela dan kipas akan aktif secara otomatis. Setelah itu pengguna dapat mematikan kipas secara manual dengan menekan saklar untuk kipas dan program akan kembali berjalan untuk inisialisasi. Jika sensor asap tidak mendeteksi asap, 2 servo akan menutup jendela dan kipas dimatikan secara otomatis, setelah itu dapat menyalakan kipas secara manual dengan menekan tombol tekan untuk kipas dan program akan kembali untuk menginisialisasi.

Sedangkan untuk bagian LCD dan streaming, setelah menginisialisasi sensor, suhu akan menerima suhu sekitar dalam data mentah. nodeMCU akan mengubahnya menjadi derajat Celcius dan menampilkannya pada LCD.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Push Button dan Servo*

Di bagian pintu, tekan tombol pada pintu dan servo akan memberikan data untuk nodeMCU. Hasil keluaran nodeMCU akan dikirim ke servo untuk menggerakkan motor yang berfungsi sebagai pembuka dan penutup pintu. Tegangan input yang diberikan ke nodeMCU dan rangkaian driver motor untuk dc sebesar 5 volt.

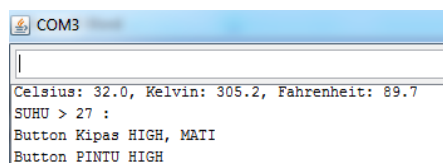
Tabel 1 Hasil pada push button

Push Button	Posisi servo
HIGH	90°
Setelah 5 detik	
LOW	10°

3.2 *Servo jendela dan kipas*

Dalam menguji jendela dan kipas, sensor suhu akan memberikan data atau informasi untuk nodeMCU. Hasil keluaran nodeMCU akan dikirim ke rangkaian driver motor L298 untuk menggerakkan motor yang berfungsi mengaktifkan kipas. Tegangan input yang diberikan ke nodeMCU dan sirkuit driver motor sebesar 12-volt dc.

Gambar 8 dan 9 di bawah menunjukkan output dari program. Ini menunjukkan suhu dalam Celcius, Kelvin dan Fahrenheit. Ketika suhu di atas 27°C servo akan bergerak 90° dari sudut awal. Di sisi lain, ketika suhu kurang dari 27°C, servo akan kembali ke sudut awal.



Gambar 8 Hasil serial print nodeMCU pada suhu > 27

```
Celsius: 26.2, Kelvin: 299.4, Fahrenheit: 79.2
Suhu < 27 :Button Kipas HIGH, HIDUP
Button PINTU HIGH
```

Gambar 9 Hasil serialprint nodeMCU pada suhu < 27

3.3 *Sensor suhu dan sensor asap*

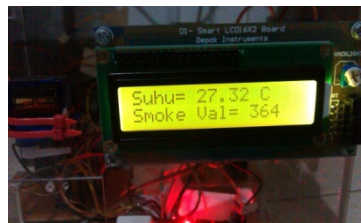
Sensor akan memberikan data atau informasi untuk nodeMCU. NodeMCU akan membaca input sebagai data mentah. Yang berarti, output suhu tidak tercantum sebagai seperti Celcius, Kelvin atau Fahrenheit. Namun, data mentah dapat diterjemahkan ke dalam satuan pada program nodeMCU.

Tabel 2 Hasil untuk sensor suhu dan asap

Sensor suhu (mendeteksi > 27° C)	Asap (deteksi asap)	Servo jendela	kipas
Lebih dari 27° C	Deteksi asap	buka	aktif
Lebih dari 27° C	Tidak mendeteksi asap	buka	aktif
Kurang dari 27° C	Deteksi asap	buka	aktif
Kurang dari 27° C	Tidak mendeteksi asap	tutup	Tidak aktif

3. 4 Bagian LCD

Cetakan dari program dimulai di kiri atas LCD, menampilkan kata "suhu =" dan "Smoke Val =". Outputnya ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10 Hasil output pada LCD

3. 5 Tampilan pada web

Pada bagian web, hasil yang ditampilkan berupa tanggal dan jam, serta nilai asap yang terdeteksi.

Tanggal	Jam	Servo Jendela	Asap	Kipas
11-8-2018	14:00:02	OPEN	600 ppm	ON
11-8-2018	20:14:05	OPEN	400 ppm	ON
12-8-2018	08:13:30	OPEN	600 ppm	ON
12-8-2018	08:17:40	CLOSE	400 ppm	OFF

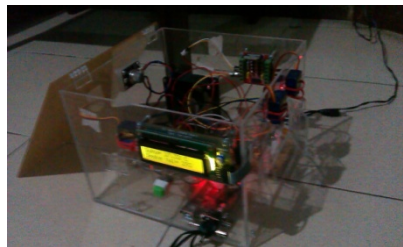
Gambar 11 Hasil yang ditampilkan pada web

3. 6 Kamar Prototipe

Ruang prototipe menggunakan tiga servo, dua sakelar, dan satu kipas. Pintu kamar menggunakan sebuah motor servo, kipas menggunakan dua servo. Pada kipas, terpasang motor driver yang berfungsi sebagai penguat listrik. Penulis membuat rumah prototipe berdimensi 20x20x15Cm yang terbuat dari akrilik.

Tombol untuk pintu dikontrol oleh pengguna. Pengguna dapat membuka atau menutup pintu kapan saja. Sedangkan kipas dapat beroperasi baik secara otomatis maupun manual. Jika beroperasi secara otomatis, kipas akan menyala atau mati pada kondisi suhu tertentu. Jika pengguna tidak nyaman dengan kipas, pengguna dapat secara manual menyalakan dan mematikan kipas setiap saat.

Semua komponennya berjalan secara otomatis sesuai dengan perintah yang diinginkan. Ketika sensor suhu mencapai perintah tertentu, servo dan kipas akan hidup atau mati dengan sendirinya. Sedangkan untuk LCD, berfungsi untuk menampilkan suhu dan kondisi udara di dalam kamar otomatis. Bentuk prototipe seluruh ruangan dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12 Kamar prototype, yang dilengkapi dengan servo, LCD, kipas angin, motor driver, tombol tekan dan kontrol peralatan listrik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan desain perangkat dan eksperimen yang dilakukan, penulis menyimpulkan bahwa:

- Ketika sensor suhu mencapai suhu lebih dari 27⁰ C, servo dan kipas akan beroperasi secara otomatis sesuai dengan program. Namun, kipas masih dapat dioperasikan secara manual oleh pengguna.
- Pintu kamar dibuka secara manual dan ditutup secara otomatis
- Perlu dua sumber daya yang berasal dari catu daya dan Arduino

5. SARAN

Perangkat yang telah dibuat ini masih memiliki beberapa kekurangan yang harus diperbaiki di masa depan. Perbaikan yang perlu ditingkatkan, meliputi:

- Perlu pendalaman lebih lanjut mengenai pemrosesan sinyal jika ingin membuat serangkaian sensor kualitas udara sendiri.
- Perlu alat kalibrasi lebih lanjut untuk mengukur kualitas udara lebih akurat.
- Perangkat ini dapat dikembangkan dengan menambahkan alarm detektor jika gas berbahaya / berpolusi terdeteksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada rekan-rekan Universitas Gunadarma yang telah mendukung dalam penelitian ini dan memberikan masukan-masukan yang positif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Deshpande, 2016, "*Home Automation Using the Concept of IoT*," in *IJCSN*
- [2] M. Waseem, 2015, "*A Review on Internet of Things (IoT)*," in *International Journal of Computer Applications*.
- [3] Z. K. A. Mohammed, 2017, "*Internet of Things Applications, Challenges and Related Future Technologies*," in *World Scientific News*.
- [4] L. Shkurti, 2017, "*Development of Ambient Environmental Monitoring System Through Wireless Sensor Network (WSN) Using NodeMCU and WSN Monitoring*," in *6th Mediterranean Conference On Embedded Computing*.
- [5] A. M. Haidar, 2013, "Software interfacing of servo motor with microcontroller," in *Journal of Electrical Systems*.
- [6] Arduino, "Thermistor," arduino.cc, <http://playground.arduino.cc/ComponentLib/Thermistor>. [diakses tanggal 14 april 2018].
- [7] seedstudio, "temperature sensor with steel head," seed studio. Available: <https://www.seedstudio.com/Temperature-sensor-with-steel-head-p-78.html>. [diakses tanggal 14 april 2018].
- [8] Vishay, "16x2 character LCD," [Online]. Available: <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/vishay/016m002b.pdf>. [diakses tanggal 13 april 2018].
- [9] D. V. Rojatar, 2016, "16x2 ALPHANUMERIC LIQUID CRYSTAL DISPLAY," in *INTERNATIONAL JOURNAL FOR ENGINEERING APPLICATIONS AND TECHNOLOGY*.
- [10] Tronixstuff, "Dual motor controller," [Online]. Available: <http://tronixstuff.com/2014/11/25/tutorial-l298n-dual-motor-controller-modules-and-arduino/>. [diakses tanggal 12 april 2018].
- [11] L. Engineering, "Brushless DC Motor, How it works ?," [Online]. Available: <http://www.learnengineering.org/2014/10/Brushless-DC-motor.html>. [diakses tanggal 11 april 2018].
- [12] HANWEI, "MQ-4," [Online]. Available: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-4.pdf>. [diakses tanggal 11 april 2018].