

Rancang Bangun Alat Penurun Polusi Udara dengan Aerogel Silica Bertenaga Wind Turbin Berbasis Iot

Irdavlan Mohamad Yahya¹⁾, Bambang Minto Basuki²⁾, Oktriza Melfazen³⁾

^{1), 2), 3)} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang

Jl.MT Haryono 193-Dinoyo-Lowokwaru-Malang

Irdavlanmoh.yahya97@gmail.com

Abstract

The design of air pollution reducing equipment with silica aerogel powered by iot-based wind turbines is a tool that functions to detect carbon monoxide (CO) gas, smoke, PM2.5 dust particles, and can adsorb air pollution content on the silica aerogel surface. This system will activate when the air pollution concentration received by the sensor exceeds the predetermined normal limit, and will stop when the concentration of gas exposure returns to normal. To clean air pollution from CO, smoke and PM2.5 gases, a DC fan is used as an exhaust fan that leads to the silica aerogel filter so that exposure to air pollution is adsorbed on the silica aerogel. And to determine the level of exposure to the concentration of gas CO, smoke and PM2.5 will be displayed on the LCD and also Blynk. While the electrical energy used comes from the savonius wind turbine, where the energy is stored in the battery.

Keywords – Wind Turbin, Arduino Uno R3, ESP8266-01, Air Pollution Sensor, Aerogel Silica

Abstrak

Rancangan alat pengurang polusi udara dengan silika aerogel yang digerakkan oleh turbin angin berbasis iot merupakan alat yang berfungsi untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO), asap, partikel debu PM2.5, dan dapat mengadsorpsi kandungan polusi udara pada permukaan silika aerogel. Sistem ini akan aktif ketika konsentrasi pencemaran udara yang diterima sensor melebihi batas normal yang telah ditentukan, dan akan berhenti ketika konsentrasi paparan gas kembali normal. Untuk membersihkan pencemaran udara dari gas CO, asap dan PM2.5 digunakan kipas DC sebagai kipas pembuangan yang mengarah ke saringan silika aerogel sehingga paparan pencemaran udara terserap pada silika aerogel. Dan untuk mengetahui tingkat paparan konsentrasi gas CO, asap dan PM2.5 akan ditampilkan pada LCD dan juga Blynk. Sedangkan energi listrik yang digunakan berasal dari turbin angin savonius, dimana energi tersebut disimpan pada baterai

Kata Kunci – Turbin Angin, Arduino Uno R3, ESP8266-01, Sensor Polusi Udara, Aerogel Silika

I. PENDAHULUAN

Kematian terkait polusi udara meningkat setiap tahun, akibatnya banyak dampak buruk yang ditimbulkan dari polusi udara. Angka kematian absolut akibat polusi udara oleh partikel padat dan ozon (O₃), yang terjadi di Indonesia tahun 2010 sebesar 71.372 kematian, setelah itu meningkat kembali tahun 2016 sebesar 80.650 kematian[16].

Pada laman Liputan6 mengambil data dari 2019 World Air Quality yang diterbitkan IQAir Air Visual, Jakarta termasuk kualitas udara terburuk di Asia yakni pada daerah Tangerang Selatan dengan rata-rata PM2.5 sebesar 81,3 µg/m³ dengan kualitas udara seperti itu dapat mengakibatkan penyakit pernapasan seperti asma, kanker paru-paru, hingga penyakit jantung. Hal ini tentu disebabkan oleh banyaknya pabrik industri, pembangkit listrik, dan kendaraan yang meningkat setiap harinya. Hal ini menyebabkan udara tercemar. Setiap polusi memiliki dampak yang berbeda-beda, zat yang dapat menyebabkan pencemaran udara diantaranya: Karbon Monoksida (CO), Karbon Dioksida (CO₂), Sulfur Dioksida (SO₂), Nitrogen Dioksida (NO₂), Hidrokarbon (HC),

Chlorouorcarbon (CFC), Timbal (Pb), dan Partikel (PM10)[1].

II. METODE PENELITIAN

Generator adalah sebuah alat yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Berdasarkan hukum Faraday, pada kawat penghantar akan timbul ggl induksi yang besarnya sebanding dengan laju perubahan fluksi yang di lingkupi oleh kawat penghantar. Bila kumparan kawat tersebut merupakan rangkaian tertutup, maka akan timbul arus induksi. Perbedaan setiap generator terletak pada komponen penyearah yang terdapat di dalamnya [6]. Bagian Generator inilah yang akan digunakan untuk menghasilkan energi listrik pada alat penurun polusi udara.

Turbin angin merupakan sebuah alat yang di gunakan dalam sebuah Sistem Konversi Energi Angin (SKEA). Desain kincir angin jenisnya banyak. Berdasarkan bentuk rotornya kincir angin di bagi menjadi dua tipe, yaitu kincir angin sumbu mendatar (*horizontal axis wind turbine*) dan kincir angin sumbu vertikal (*vertical axis wind turbine*)[8]. Jenis kincir angin yang digunakan adalah kincir angin vertikal tipe *savonius*.

Baterai adalah sebuah sel listrik yang di dalamnya terjadi proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi[11]. Pengisi daya baterai harus memenuhi berbagai persyaratan, terutama dalam riak arus dalam mode pengisian daya. Kemampuan dari suatu baterai di tentukan oleh kapasitasnya yang terukur dalam satuan *Ampere/hour* dengan persamaan di bawah ini[7]:

$$Ah = I \times t \quad (2.1)$$

Keterangan:

Ah (*Ampere Hourse*) = kapasitas baterai
I = Arus (*ampere*)
t = Waktu (jam/detik)

Buck-Boost Converter merupakan kombinasi dari *buck converter* dan *boost converter*. *Buck converter* adalah jenis konverter dc yang memiliki tegangan luaran yang lebih kecil dari tegangan masukan, sedangkan *boost converter* adalah jenis konverter yang memiliki tegangan keluaran lebih besar dari tegangan [12].

Konverter LM2596 DC-DC *step down* adalah konverter penurun tegangan DC menjadi tegangan DC yang lebih rendah [4].

Arduino Uno R3 adalah produk mikrokontroler yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah kepingan yang secara fungsional bertindak sebagai *computer*)[14]. Fasilitas komunikasi yang di miliki mikrokontroler *arduino uno* meliputi komunikasi antara komputer dengan *board arduino uno*, *arduino uno* dengan *arduino* yang lain, *arduino uno* dengan mikrokontroler lain. [15].

Sensor gas MQ-2 yang merupakan sensor yang sensitive terhadap gas seperti Metana, Butane, LPG, dan Asap. Sensor gas MQ-2 merupakan golongan sensor gas yang sistem kerjanya merupakan golongan semikonduktor[14]. Untuk mencari nilai ppm menggunakan persamaan berikut :

$$y(\text{ppm})=82.137x^{1.522} \quad (2.4)$$

Keterangan:

y(ppm) : Nilai PPM (Hasil Perhitungan)

Sensor gas MQ-7 merupakan salah satu sensor gas yang dapat di golongan dari cara sistem kerjanya (semikonduktor, oksidasi, katalis, *infrared*, dan lainnya). untuk mencari nilai ppm sensor MQ-7 bisa menggunakan persamaan berikut :

$$y(\text{ppm}) =17.196x^{0.8143} \quad (2.5)$$

Keterangan:

y(ppm) : Nilai PPM (Hasil Perhitungan)

Shinyei PPD42NS adalah penghitung partikel yang terdiri dari ruang cahaya yang mengarahkan udara melewati diode pemancar cahaya dan detector foto-dioda yang mengukur sifat hamburan dekat partikel di aliran udara[9]. Dari karakteristik sensor Shinyei kita bisa menggunakan persamaan seperti berikut :

$$y = 1.1 \cdot x^2 + 5.2 \cdot 10^2 \cdot x + 0.62 \quad (2.6)$$

untuk penulisan pada program arduino persamaan di atas akan di ubah menjadi seperti berikut :

$$\text{concentration} = 1.1 \cdot \text{pow}(\text{ratio}, 3) - 3.8 \cdot \text{pow}(\text{ratio}, 2) + 520 \cdot \text{ratio} + 0.62; \quad (2.7)$$

Sensor DHT11 merupakan sensor digital untuk mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Dengan cara pendeteksian sinyal digital yang baik pada suhu dan kelembaban, menghasilkan sensor ini dapat di andalkan dan memiliki kestabilan jangka panjang [10].

ESP8266-01 adalah sebuah komponen chip yang di desain untuk menghubungkan keperluan kontrol sistem dengan sistem *networking* yang saat ini sering di gunakan di sistem serba internet. [21].

Saklar (*Switch*)/ Relay merupakan komponen electromechanical yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (kontak saklar/switch).

Perkembangan kipas angin jadi semakin meningkat dari segi ukuran, penempatan posisi, serta fungsi kerjanya. Fungsi yang umum adalah ventilasi (*exhaust fan*). Kipas akan di dimanfaatkan sebagai ventilasi udara untuk menyerap dan membuang udara yang masuk[1].

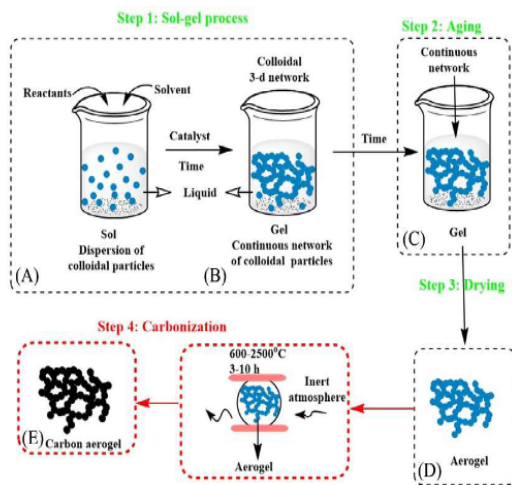
LCD (*Liquid Crystal Display*) menggunakan teknologi *Inter-Integrated Circuit* (I2C). Dengan menggunakan LCD 20x4 cukup menggunakan 2 pin untuk di gunakan mengirim data, sedangkan 2 pin yang lain di gunakan untuk sebagai sumber daya untuk menghidupkan LCD.

Light Emiting Diode atau sering di singkat dengan LED adalah suatu komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika aka mendapat tegangan bias maju[20].

Buzzer merupakan salah satu komponen elektronika yang mengubah getaran listrik menjadi getaran suaranya. [18].

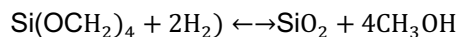
Blynk adalah sebuah platform berbasis iot yang memungkinkan dapat diakses dengan cepat melalui tampilan *interface* yang dapat dikendalikan serta memantau proyek *hardware* dari *iOS* dan perangkat *android*[2].

Pada tahun 1968, seorang peneliti bernama Professor S.J. Teichner bersama timnya menemukan metode baru penghilangan cairan dari dalam sol-gel yang lebih sederhana yaitu dengan pengeringan superkritis. [17].



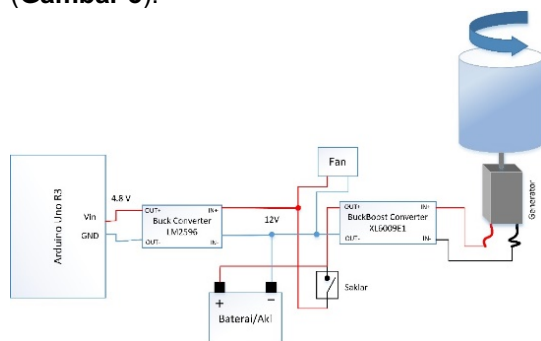
Gambar 1 Langkah-langkah Pembuatan Aerogels [19]

berikut adalah susunan kandungan zat di dalam *aerogel silica* yang digunakan:

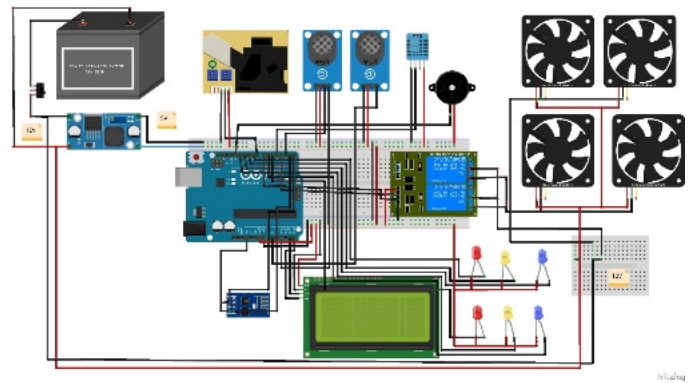


Adsorpsi adalah sebuah proses yang terjadi akibat suatu fluida (cairan maupun gas) terikat pada padatan dan membentuk suatu lapisan tipis pada permukaan tersebut, atau dapat diartikan sebagai akibat medan gaya pada permukaan padatan (adsorben) yang menarik molekul-molekul gas atau cair (adsorbat) [3].

Perancangan keseluruhan dibagi menjadi dua yakni, Instalasi Daya Pada Alat (**Gambar 2**) dan Instalasi Penurun Polusi Udara (**Gambar 3**).



Gambar 2 Instalasi Daya Pada Alat



Gambar 3 Instalasi Penurun Polusi Udara

III. HASIL DAN PEMBAHASAN Penguian Generator

Berikut adalah hasil pengujian generator:

Tabel 1. Pengujian Generator Tanpa Beban

Tegangan Keluaran Generator Tanpa Beban		
Sampling	Putaran (RPM)	Tegangan Keluaran (VDC)
1	350	4,39
2	500	5,51
3	550	6,03
4	600	7,06
5	650	8,00
6	700	11,3
7	750	13,0
8	800	13,9
9	4905	41,8
10	5007	42,6

Tabel 2. Tegangan Keluaran Generator Menggunakan Buckboost Dengan Beban Aki/ Baterai

Tegangan Keluaran ke Aki/ Baterai				
RPM	Input (VDC)	Output (VDC)	Arus (I)	Watt
350	2,5	12,3	0,27	3,321
400	4,3	12,4	0,17	2,108
450	5,3	14,1	0,42	5,922
500	6,2	14,1	0,29	4,089

550	7,8	14,1	0,50	7,05
600	9,1	14,1	0,24	3,384
650	10,1	14,1	0,50	7,05
700	12,3	14,1	0,37	5,217
750	13,1	14,1	0,50	7,05
800	14,3	14,1	0,53	7,473

Pengujian generator menggunakan buckboost dengan settingan buckboost di 14,1V, pada kecepatan 650rpm dengan keluaran generator (Vin buckboost) 7,8V di dapat laju arus pengisian aki sebesar 0.50A yang di mana 0.50A merupakan nominal laju arus pengisian (pengisian aki) yang digunakan.

Energi yang Dihasilkan Turbin Angin

Berikut adalah hasil pengujian Energi yang dihasilkan Turbin Angin selama 8 hari:

Tabel 3. Energi yang Dihasilkan Generator Turbin Angin

Hari	Energi (watt hour)	Jenis Polusi
1	149,04	Kendaraan
2	158,4	Bermotor
3	155,76	
4	150,48	Pembakaran
5	157,2	Kertas
6	158,4	
7	154,56	
8	151,68	
Rata-rata	154,44	

Energi rata-rata yang dihasilkan generator turbin angin selama 8 hari adalah 154,44 watt jam. Energi yang dibutuhkan alat penurun polusi udara/ hari :

$$12 \text{ volt} \times 0,56 \text{ ampere} \times 24 \text{ jam} = 161,28 \text{ watt jam}$$

Daya yang disimpan aki/ hari:

$$5 \text{ Ah} \times 12 \text{ volt} = 60 \text{ watt jam}$$

$$60 \text{ watt jam} \times 24 \text{ jam} = 1440 \text{ watt jam}$$

Jadi, agar alat penurun polusi udara dapat terpenuhi kebutuhannya tiap hari maka setidaknya dibutuhkan minimal 2 buah kincir angin untuk dapat mensiplai energi pada alat penurun polusi udara.

Pengujian Sistem Penurun Polusi Udara

Aerogel silika memiliki banyak karakteristik salah satunya dapat menjadi

media untuk menyerap polutan. Berikut adalah hasil pengujian alat penurun polusi udara ketika alat menggunakan *aerogel* silika dan ketika alat menggunakan *aerogel* silika :

Tabel 4 Pengujian Tanpa Menggunakan Aerogel silika

Time Start	Time End	Temperature (°C)	Asap (ppm)	PM2.5 (ug/m ³)	Co (ppm)
14.26		31	1546	7,03	46,7
	15.55	30	18,72	3,59	4,8
16.14		30	1476	1,06	34,3
	16.48	29	21,6	0,005	5,02

Tabel 5 Pengujian Menggunakan Sillica Aerogel

Time Start	Time End	Temperature (°C)	Asap (ppm)	PM2.5 (ug/m ³)	Co (ppm)
11.13		30	1530	17,04	45,1
	11.35	31	18,49	0,005	5,6
11.53		30	1602	8,4	46,3
	12.17	31	22,4	0,005	7,4

Ketika menggunakan *aerogel* silika penurunan polusi udara turun lebih cepat dibandingkan ketika tidak menggunakan *aerogel* silika. Ketika tidak menggunakan *aerogel* silika alat membutuhkan waktu 29 menit untuk menghilangkan polutan asap motor dan 34 menit untuk dapat menurunkan kandungan polutan kertas pembakaran. Sedangkan ketika menggunakan *aerogel* silika membutuhkan waktu 21 menit untuk menghilangkan polusi asap motor dan 24 menit untuk menghilangkan polusi kertas pembakaran.

IV.KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil tentang alat penurun polusi udara dengan pembangkit wind turbin dan monitoring berbasis iot sebagai berikut :
Berbasis Iot sebagai berikut :

1. Penggunaan aerogel silika pada sistem penurun polusi udara terbukti efektif untuk dapat mengurangi pencemaran udara di sekitar alat tersebut. Sistem *monitoring*

jarak jauh sebagai media untuk dapat memantau kondisi udara disekitar alat dengan memanfaatkan IoT dapat memberikan akses yang lebih mudah ketika ingin memantau kondisi polusi udara di daerah tersebut dan data yang dikirim dari masing-masing sensor dapat diterima aplikasi dengan cukup baik. Sensor CO dapat mendeteksi kadar CO dan penurunannya. Alat dapat mengurangi kadar CO dari 15,74 ppm menjadi 7,64 ppm yaitu sebesar $\pm 50\%$. Akan tetapi untuk sensor debu PM2.5 yang digunakan masih kurang begitu responsif ketika mendeteksi partikel debu ketika alat mendeteksi kandungan polusi udara.

2. Energi listrik yang dihasilkan wind turbin selama 8 hari dengan rata-rata energi yang didapat sebanyak 154,44 watt jam dengan kebutuhan energi alat selama satu hari sebanyak 161,28 watt jam.

Berikut merupakan saran tentang alat penurun polusi udara dengan pembangkit wind turbin dan monitoring berbasis iot:

1. Membutuhkan 2 turbin angin serupa untuk dapat memenuhi kebutuhan energi tiap harinya.
2. Dapat menggunakan Aerogel silika dengan beberapa campuran tambahan untuk meningkatkan efisiensi dalam mengikat kandungan polusi udara pada permukaan aerogel silika.
3. Alat penurun polusi udara lebih cocok di tempatkan pada ruangan tertutup sedangkan turbin angin di tempatkan pada ruangan terbuka.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jainal Abidin, Ferrawati Artauli Hasibuan; *Pengaruh Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Untuk Menambah Pemahaman Masyarakat Awam Tentang Bahaya Dari Polusi Udara*. 7 September 2019)
- [2] S.Muthukumar, W.Sherine Mary, Jayanthi.S, Kiruthiga.R, Mahalakshmi.M.(2018). *Iot Based Air Pollution Monitoring And Control System*.
- [3] Greg dan Sing. 1967 dalam Basuki,2007.
- [4] Muhammad Faiz Abdurahman Hanur (2016). *Rancang Bangun Alat Pemutus KWH Meter Sebagai Proteksi Berbasis Arduino*. Program Studi Strata 1 Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember.
- [5] [http://www.cets-iii.org/BML/Udara/ISPU/ISPU%20\(Indeks%20Standar%20Pencemar%20Udara\).htm](http://www.cets-iii.org/BML/Udara/ISPU/ISPU%20(Indeks%20Standar%20Pencemar%20Udara).htm) diakses 5-12-2020, 1.30 PM
- [6] Wan Novri Saputra, Dikpride Despa, Noer Soedjawanto, Ahmad Saudi Samosir,(2016). *Prototipe Generator DC Dengan Penggerak Tenaga Angin*.
- [7] *Jurnal Kajian Teknik Elektro*.vol.3 No.2. Hal.67-172. September-Februari 2019. Universitas 17 Agustus 1945.
- [8] Daryanto, Y.(2007). *Kajian Potensi Angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu*. Balai Pptagg-Lagg.
- [9] Austin E, Novosselov I, Seto E, Yost MG.(2015). *Laboratory Evaluation Of The Shinyei PPD42NS Low-Cost Particulate Matter Sensor*.
- [10] DFRobot (2012). *DHT11 Temperature and Humidity Sensor*).<https://www.dfrobot.com/product-174.html> / 4 April 2020.
- [11] Sadewo, R. A., E. Kurniawan, dan K. B. Adam. (2017). *Perancangan dan Implementasi Pengisian Baterai Lead Acid Menggunakan Solar Cell dengan Menggunakan Metode Three Steps Charging*. *E-Proceeding of Engineering* 4(1): 26-35.
- [12] Hasan Asy'ari. 2019. *Pengisian Baterai Menggunakan Buck-Boost Converter Pada Sistem Energi Surya*.
- [13] Dominico Argo Wikan A.S(2017). *Sistem Pemantauan Tingkat Karbon Monoksida Pada Suatu Ruangan Tertutup Menggunakan ESP8266*.
- [14] Abdul Kadir(2013). *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino* .Yogyakarta:Andi Offset.
- [15] Ardian Widyatama (2013). *Alat Pengekstrak Kunyit Otomatis Berbasis Arduino Uno*.
- [16] Ritchie H, R (2019). *Mental Health*. Our World in Data. <http://ourworldindata.org/mental-health>
- [17] J.L.Gurav, A.V. Rao, D. Y.Nadargi, H.H Park, *Ambient Pressure Dried TEOS-based Silica Aerogels: Good Absorbents of Organic Liquids*. *Journal Materials Science*, vol.45, no.2, hal.503-510,2010.
- [18] Shallowsky.2016 *Arduino: Piezzo Speakers (Buzzers)*. <http://shallowsky.com/arduino/class/buzzer.jpg> diakses 28-11-2020, 4.23 PM
- [19] L.Zuo, et al., *Polymer/carbon based hybrid aerogels:preparation, properties, and application, materials* 8 (2015) 6806-6848
- [20] <https://teknikelektronika.com/pengertian-led-light-emitting-diode-cara-kerja/> diakses 2-12-2020, 3.56 PM
- [21] Achmad Faiz Sanusi (2018). Dengan judul Skripsi *PROTOTYPE SISTEM PEMANTAU KETINGGIAN LEVEL AIR SUNGAI JARAK JAUH BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS) DENGAN NODEMCU*