

## Alat Penjernih Udara dengan Sensor Radar RCWL dan Monitoring PM2.5 Berbasis IoT

Irma Salamah<sup>1</sup>, Rizky Tapera<sup>2\*</sup>, Irawan Hadi<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Politeknik Negeri Sriwijaya

\*Corresponding author, e-mail: ritzavera379@gmail.com

### Abstrak

Udara adalah elemen penting bagi kehidupan, agar makhluk hidup dapat hidup secara optimal, mereka perlu menjaga dan meningkatkan kualitasnya. Kualitas udara dalam ruangan erat kaitannya dengan efisiensi kerja dan kesehatan manusia. Pencemaran udara adalah suatu keadaan dimana kualitas udara rusak dan tercemar zat-zat, baik yang tidak berbahaya maupun yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Pada umumnya pencemar udara berupa gas beracun (hampir 90%) dari partikel padat. Didukung oleh data yang dirilis WHO (2018), hingga 3,8 juta orang meninggal setiap tahunnya dikarenakan polusi udara termasuk partikel PM 2.5 (partikel meter 2.5). Salah satu upaya dan metode yang dapat dilakukan untuk menanggulangi krisis keadaan udara bersih, adalah dengan menerapkan alat penjernih udara. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan alat penjernih udara yang dapat menyaring partikel udara maupun partikel kecil 2.5, sekaligus *memonitoring* kualitas udara dengan *Internet Of things (IoT)* melalui aplikasi blynk pada *smartphone*. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, NodeMCU ESP8266, sensor Radar RCWL 0516 sebagai aktifasi dari alat penjernih udara dan sensor (partikel meter 2.5). Pengukuran dalam penelitian ini dilakukan selama 24 jam dalam kondisi normal didalam ruangan hasil yang diperoleh sebesar  $42\mu\text{g}/\text{m}^3$  yang artinya kualitas udara tersebut baik dan tidak berdampak bagi kesehatan makhluk hidup.

**Kata Kunci:** Alat penjernih udara, *Internet Of Things (IoT)*, PM2,5, Radar RCWL 0516, RGB LED

### Abstract

*Air is an essential element for life, in order for living beings to live optimally, they need to maintain and improve their quality. Indoor air quality is closely related to work efficiency and human health. Air pollution is a condition in which air quality is damaged and polluted with substances, both harmless and harmful to human health. In general, air pollutants are toxic gases (almost 90%) from solid particles. Supported by data released by WHO (2018), up to 3.8 million people die each year due to air pollution including PM 2.5 particles. One of the efforts and methods that can be done to overcome the crisis of clean air conditions, is to apply an air purifier. The purpose of this study is to produce an air purifier that can filter air particles and small particles 2.5, as well as monitor air quality with the Internet of things (IoT) through the blynk application on smartphones. This study used arduino uno microcontroller, NodeMCU ESP8266, Radar RCWL 0516 sensor as activation of air purifier and sensor (particle meter 2.5). The measurements in this study were carried out for 24 hours under normal conditions in the room, the results obtained were  $42\mu\text{g} / \text{m}^3$ , which means that the air quality is good and has no impact on the health of living things.*

**Keywords:** Air purifier, *Internet Of Things (IoT)*, PM2.5, Radar RCWL 0516, RGB LED

### PENDAHULUAN

Udara adalah elemen penting bagi kehidupan agar makhluk hidup dapat hidup secara optimal, mereka perlu menjaga dan meningkatkan kualitasnya[1]. Pencemaran udara adalah suatu keadaan dimana kualitas udara rusak dan tercemar zat-zat, baik yang tidak berbahaya maupun yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Pencemaran udara biasanya terjadi di kota-kota besar dan kawasan industri dengan kepadatan tinggi yang menghasilkan gas-gas yang mengandung zat di atas batas normal. Pada umumnya pencemar udara berupa gas beracun (hampir 90%) dari partikel padat [2]. Udara bersih mempengaruhi kesehatan tubuh manusia. Data yang dirilis WHO (2018) menunjukkan bahwa secara global, hingga 3,8 juta orang meninggal setiap tahunnya, akibat polusi udara domestik, hampir semuanya di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah. Akibat dari paparan udara tidak sehat resiko kesehatan dapat terganggu. Penyakit seperti ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut), Kanker Paru-paru, PPOK (Penyakit

Paru Obstruktif Kronik), Penyakit Jantung, Penyakit Jantung Iskemik, dan Stroke adalah beberapa polutan yang berbahaya bagi tubuh manusia salah satu faktor utama penyebabnya yaitu oleh partikel polutan berupa asap dan partikel PM2.5 [3]. ISPA sebagai salah satu dari tiga penyebab utama kematian dan kecacatan pada anak-anak dan orang dewasa di seluruh dunia. ISPA merupakan penyebab kematian ketiga setelah penyakit kardiovaskular [4]. Infeksi saluran pernapasan, disebabkan oleh virus dan umum terjadi pada semua kelompok umur, tetapi ISPA Ini berkembang menjadi pneumonia, terutama pada anak kecil. Ketika pasokan rendah dan dikombinasikan dengan kondisi lingkungan tidak sehat [5].

PM 2.5 (Partikel Matter 2.5) adalah partikel kecil berukuran hanya 2,5 mikron dan mengandung sulfat, nitrat, senyawa organik, senyawa amonium, logam dan asam[6]. PM 2.5 (Partikel Matter 2.5) berbahaya karena bisa masuk ke pembuluh darah. Dampak paparan ini bervariasi dari gejala ringan seperti batuk hingga kematian kardiovaskular [7]. Salah satu upaya dan metode yang dapat dilakukan untuk menanggulangi krisis keadaan udara bersih dari pencemaran udara adalah dengan menerapkan alat penjernih udara. Alat penjernih udara merupakan alat yang digunakan untuk membantu membersihkan polutan yang ada di udara, alat ini berfungsi untuk menghilangkan partikel-partikel bahaya yang ada di rumah ataupun ruangan, sehingga kondisi ruangan yang di tempati menjadi bersih.

Perancangan alat penjernih udara pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno[8], NodeMCU ESP8266[9], sensor (partikel matter 2.5[10] sudah di lengkapi dengan berbagai fitur yaitu pengaktifan alat penjernih udara sudah otomatis dengan menggunakan sensor radar RCWL[11], bersumberkan tegangan listrik, dilengkapi filter hepa untuk memfilter udara yang masuk[12], sinar UV-C berfungsi memerangi mikroba halus yang ada di udara[13], dilengkapi ionisasi plasma untuk mensterilkan udara yang keluar kembali menjadi lebih bersih [14], serta monitoring kualitas udara secara *real time* dengan menggunakan aplikasi blynk pada *smartphone*[15]. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat untuk mengurangi resiko penyakit berbahaya yang di sebabkan oleh pengaruh polutan udara.

Indeks kualitas udara standar secara resmi digunakan di Indonesia adalah Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU), sejalan dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. P.14 / MENLHK / KUM.1 / 2020 tentang indeks standar pencemar udara [16]. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/MENKES/PR/V/2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruangan Rumah, menyatakan bahwa: kualitas udara yang buruk dalam ruang rumah dapat menimbulkan gangguan kesehatan, sehingga perlu upaya penanggulangan secara tepat dan berkesinambungan oleh semua pihak. Pada tahun 2020, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan menerbitkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 14 Tahun 2020 tentang Indeks Standar Bahan Pencemar Udara dan mengubah Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 45 Tahun 1997 tentang Perhitungan, Pelaporan dan Informasi dari indeks Dari standar polusi udara[17].

**Tabel 1 Standar Level Pm2,5 dan indeks kualitas udara ISPU <sup>[18]</sup>.**

Kategori	Rentang (ISPU)	PM 2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Pejelasan
Baik	1-50	0-15,5	Tingkat kualitas udara yang sangat baik, tidak memberikan efek negatif terhadap manusia, hewan dan tumbuhan
Sedang	51-100	15.6-55,4	Tingkat kualitas udara masih dapat diterima pada kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan.
Tidak Sehat	101-200	55.5-150,4	Tingkat kualitas udara yang bersifat merugikan pada manusia, hewan dan tumbuhan.
Sangat Tidak Sehat	201-300	150.5-250,4	Tingkat kualitas udara yang dapat meningkatkan resiko kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar.
Berbahaya	301-500	250.5-500	Tingkat kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan serius pada populasi dan perlu penanganan cepat.

Keterangan:

- Data Pengukuran selama 24 jam.
- Hasil perhitungan ISPU parameter partikulat(PM2.5) disampaikan tiap jam selama 24 jam

Perhitungan ISPU didasarkan pada pengukuran batas atas nilai ISPU, batas bawah ISPU, batas atas ambien, batas bawah ambien, dan konsentrasi ambien.

Rumus untuk perhitungan ISPU adalah:

$$I = \frac{I_a - I_b}{X_a - X_b} (X_x - X_b) + I_b$$

Dimana,

I = ISPU terhitung

I<sub>a</sub> = ISPU batas atas

I<sub>b</sub> = ISPU batas bawah

X<sub>a</sub> = Konsentrasi ambien batas atas (μg/m<sup>3</sup>)

X<sub>b</sub> = Konsentrasi ambien batas bawah (μg/m<sup>3</sup>)

X<sub>x</sub> = Konsentrasi ambien nyata hasil pengukuran (μg/m<sup>3</sup>)

## METODE

Metode penelitian ini dijelaskan dalam bentuk kerangka penelitian yaitu terdiri dari beberapa tahapan. Bentuk diagram keseluruhan pada tahapan penelitian ini akan menghasilkan suatu sistem yang dapat bekerja dengan baik.



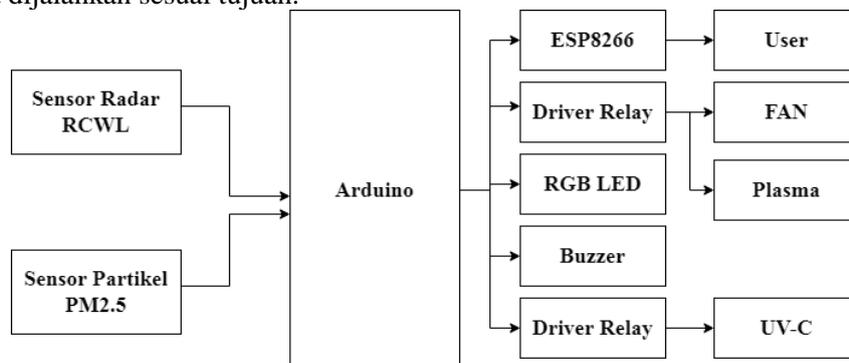
Gambar 1. Kerangka Penelitian

### A. Studi Jurnal atau Literatur

Studi Jurnal atau literatur adalah tahapan yang dilakukan untuk menyelesaikan suatu masalah. Studi literatur dilakukan dengan cara mencari referensi dari berbagai sumber penelitian sebelumnya, baik dari buku, jurnal terakreditasi, maupun internet.

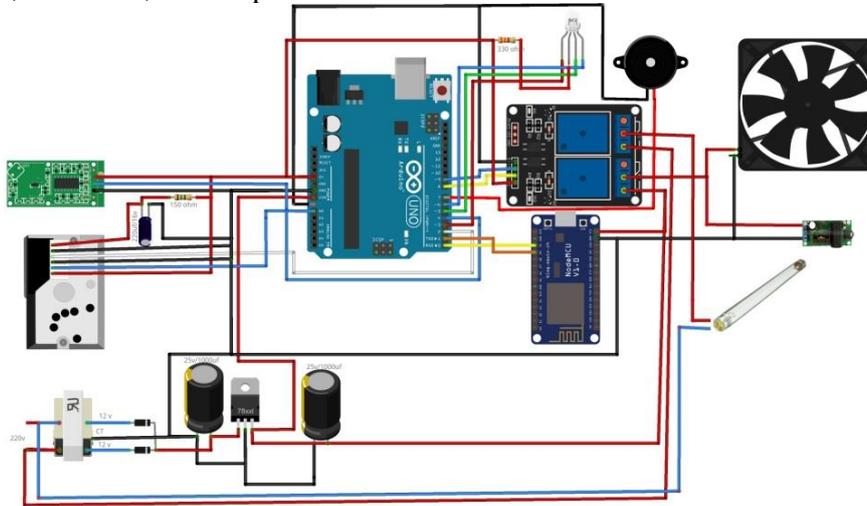
### B. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Perancangan perangkat keras merupakan perancangan alat yang akan dibuat. Komponen yang digunakan haruslah diperhatikan untuk menghindari terjadinya kerusakan saat pengujian sistem. Perancangan alat diawali dengan perancangan blok diagram secara keseluruhan untuk membentuk suatu sistem yang dapat dijalankan sesuai tujuan.



Gambar 2. Diagram Sistem Perangkat Keras

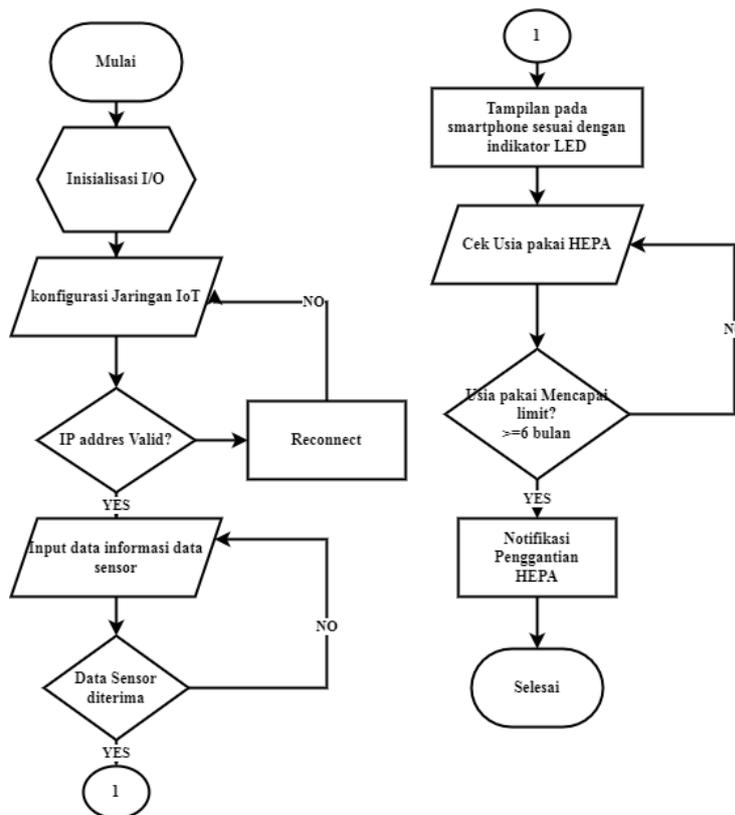
Diagram sistem pada gambar 3 merupakan alur sistem pada alat penjernih udara. Komponen yang digunakan di dalam perancangan alat penjernih udara dalam penelitian ini yaitu: Arduino UNO sebagai mikrokontroler, NodeMCU ESP 8266, sensor radar RCWL 0516, Sensor partikel PM2.5, buzzer, fan, plasma, RGB LED, dan lampu UV-C.



Gambar 3. Skema Alur Pengkabelan Sistem Alat Penjernih Udara

### C. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

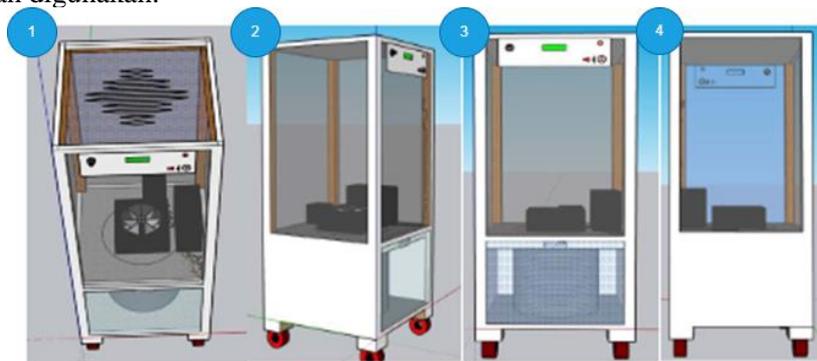
Perancangan Perangkat lunak pada penelitian ini berupa sistem *monitoring* alat untuk *memonitor* pembacaan sensor pm2.5 (Partikel Metter 2.5) Adapun flowchart pada sistem kerja alat ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. Flowchat sistem software

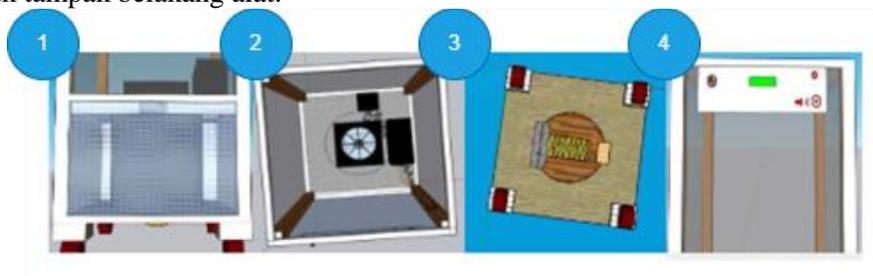
### D. Desain 3D Alat

Pada gambar dibawah ini merupakan desain mekanik alat yang akan di buat dengan komposisi alat dan bahan yang akan digunakan.



**Gambar 5. Desain Alat Penjernih Udara**

Pada gambar 5 diatas merupakan desain bentuk alat penjernih udara, dilihat pada gambar 1. merupakan bentuk tampilan bagian atas yaitu terdapat pentilasi udara, pada gambar 2. merupakan bentuk tampilan tampak samping alat, pada gambar 3. merupakan bentuk tampak depan alat, pada gambar 4. merupakan bentuk tampak belakang alat.



**Gambar 6. Desain Detail Bagian Alat Penjernih Udara**

Pada gambar 6 diatas merupakan detail bagian alat penjernih udara, dilihat pada gambar 1. merupakan tampilan dari desain bagian lantai 1 alat penjernih udara yaitu terdapat sensor PM 2.5 (Partikel Metter 2.5), filter HEPA dan lampu UV-C. Pada gambar 2. merupakan tampilan dalam lantai 2 pada alat penjernih udara yaitu terdiri dari fan, plasma, dan komponen sistem alat. Pada gambar 3. merupakan tampilan tampak bawah pada alat penjernih udara yaitu digunakan untuk melepas pasang filter HEPA. Pada gambar 4. merupakan tampak depan pada bagian tersebut terdapat tombol switch, sensor radar RCWL, indikator RGB LED, dan buzzer.

**Tabel 2. Spesifikasi Perancangan Alat Penjernih Udara**

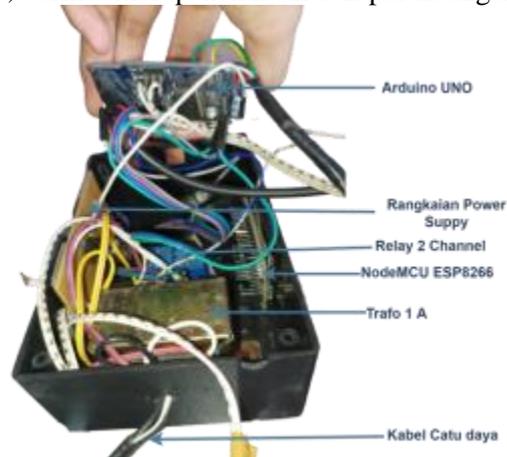
No	Item	Spesifikasi
1	Frame rangkaian elektronis	30x30x75 cm Holo baja ringan
2	Bahan Casing	Akrilik
3	Sensor	Radar RCWL 0516 Sensor Dust GP2Y1010AU0F
4	Hepa Filter	Philips nano protect filter series 2 FY0194
5	Lampu UV-C	Rockwood germidical 8 watt
6	Plasma	Kit Plasma
7	Fan	Rayden Model:92X92X25 DC 12V 0.14A

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rancangan alat penjernih udara ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu hasil rancangan perangkat keras (*hardware*) dan hasil rancangan perangkat lunak (*software*).

### A. Hasil Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Hasil perancangan perangkat keras ini dibagi menjadi 2 yaitu sistem *hardware* dan integrasi sistem *hardware* dan mekanik *hardware*, berikut merupakan hasil dari perancangan perangkat keras.



**Gambar 7. Sistem Komponen *Hardware***

Alat penjernih udara merupakan alat yang digunakan untuk memfilter udara kotor berbasis *Internet Of Things* dan terdiri dari beberapa komponen didalam sistem *Hardware* yaitu, Mikrokontroler Arduino UNO, NodeMCU ESP8266, *relay 2 channel*, rangkaian *power supply*, dan trafo.



**Gambar 8. Alat Penjernih Udara**

Pada gambar 8 merupakan tampilan perancangan perangkat keras secara keseluruhan yaitu terbagi menjadi 2 lantai, pada lantai pertama terdapat komponen sistem, fan, dan plasma, dibagian atas lantai pertama terdapat tombol switch untuk memutus dan menghubungkan arus listrik ke beban, sensor radar RCWL, RGB LED, dan buzzer. lantai kedua terdapat sensor PM 2.5 (partikel meter 2.5), filter HEPA dan lampu UV-C.

B. Hasil Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

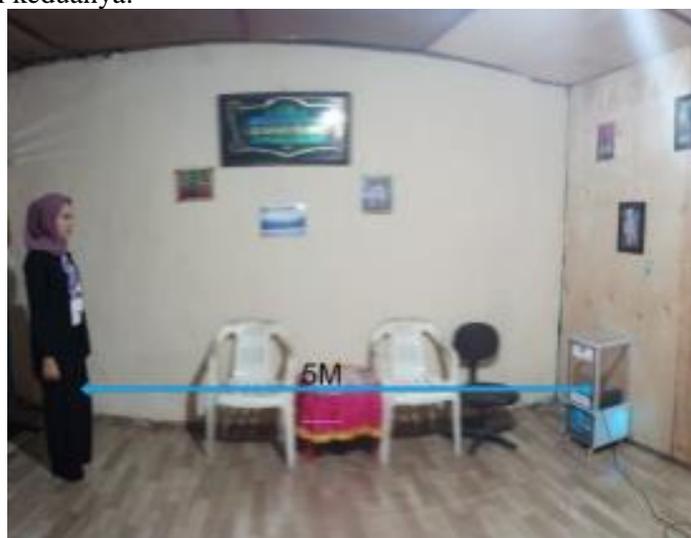


**Gambar 9. Tampilan *Monitoring Kualitas Udara* pada *Smartphone***

Gambar 9 diatas merupakan tampilan dari aplikasi Blynk yang ada pada *smartphone* keterangan pada gambar diatas yaitu: 1) Menandakan pengukuran kadar kualitas udara dalam batas toleransi tertentu. 2) LED indikator menandakan kualitas udara dalam satuan warna yaitu: Hijau (Baik), Biru (Sedang), Kuning (Tidak Sehat), dan Merah (Buruk/Berbahaya). 3) LCD menampilkan status fungsional alat. 4) Menunjukkan perubahan kadar kualitas udara dalam bentuk grafik dan 5) *Notifikasi* penggantian filter HEPA.

C. Hasil Pengujian Dan Pengukuran

Hasil pengujian dan pengukuran pada penelitian ini terbagi menjadi 4 yaitu dari segi aktifasi pada sensor radar dan juga dari pembacaan sensor PM 2.5(Partikel Metter 2.5) dan monitoring pada *smartphone*.Berikut hasil keduanya:



**Gambar 10. Jarak Deteksi Sensor Radar**

Pada gambar diatas di jelaskan bahwasanya tingkat sensitifitas deteksi sensor sangat bagus, respon radar untuk aktifasi juga sangat cepat. Percobaan di lakukan dengan jarak yang bervariasi agar memperoleh hasil yang bervariasi pula.

**Tabel 3. Jarak Deteksi Sensor Radar RCWL dan Tegangan Sensor**

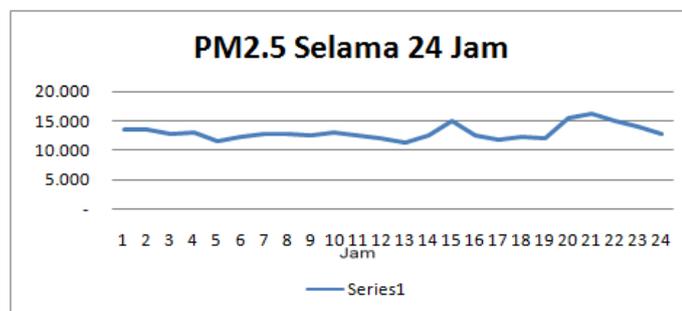
No	Jarak Deteksi	Hasil		V <sub>out</sub> (volt)
		Terdeteksi	Tidak	
1	0,5	Terdeteksi	-	3.366
2	1	Terdeteksi	-	3.366
3	1,5	Terdeteksi	-	3.366
4	2	Terdeteksi	-	3.366
5	3	Terdeteksi	-	3.366
6	4	Terdeteksi	-	3.366
7	5	Terdeteksi	-	3.366

Pada Tabel 3 menjelaskan sensor radar diuji dengan jarak yang bervariasi, sensor radar RCWL ini sangat bagus untuk dijadikan implementasi untuk pengaktifan alat dimana respon sensor pada alat sangat cepat, percobaan dilakukan juga dengan menjatuhkan barang di sekitar jarak deteksi sensor untuk melihat tingkat sensitifitas sensor, didapatkan hasil bahwasanya sensor radar ini tetap mendeteksi yang artinya tingkat sensitifitas sensor sangat tinggi.

**Tabel 4 Sudut Elevasi deteksi Sensor Radar RCWL**

No	Sudut	Hasil Deteksi (✓ / ✗)
1	5°	✓
2	10°	✓
3	15°	✓
4	20°	✓
5	25°	✓
6	30°	✓
7	35°	✓
-	Dst	✓
-	360°	✓

Pada tabel 5 menjelaskan hasil deteksi sensor radar pada rentang sudut elevasi yaitu pengukuran dilakukan dengan mengelilingi alat penjernih udara dalam rentang sudut 0-360° hasil yang didapat mengejutkan yaitu sensor merespon pergerakan dari segala arah namun dalam rentang jarak deteksi .



**Gambar 11. Hasil Pengukuran PM 2.5 (Partikel Metter)**

Pada gambar 11 diatas menjelaskan bahwa hasil pengukuran kadar kualitas udara dalam rentang waktu 24 jam yaitu memiliki rata-rata sebesar  $13,154 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Untuk mencari nilai indeks kualitas udara pada pengukuran tersebut yaitu dengan memasukan rumus:

$$I = \frac{I_a - I_b}{X_a - X_b} (X_x - X_b) + I_b$$

Maka  $X_x = 13,154 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Dilihat dari tabel 1. pada kadar PM 2.5 (Partikel Metter 2.5) nilai  $13,154 \mu\text{g}/\text{m}^3$  termasuk dalam kadar  $0 - 15.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Dengan begitu didapatkan nilai persamaan:

$$I_a = 50$$

$$I_b = 0$$

$$X_a = 15.5$$

$$X_b = 0$$

Didapatkan hasil:

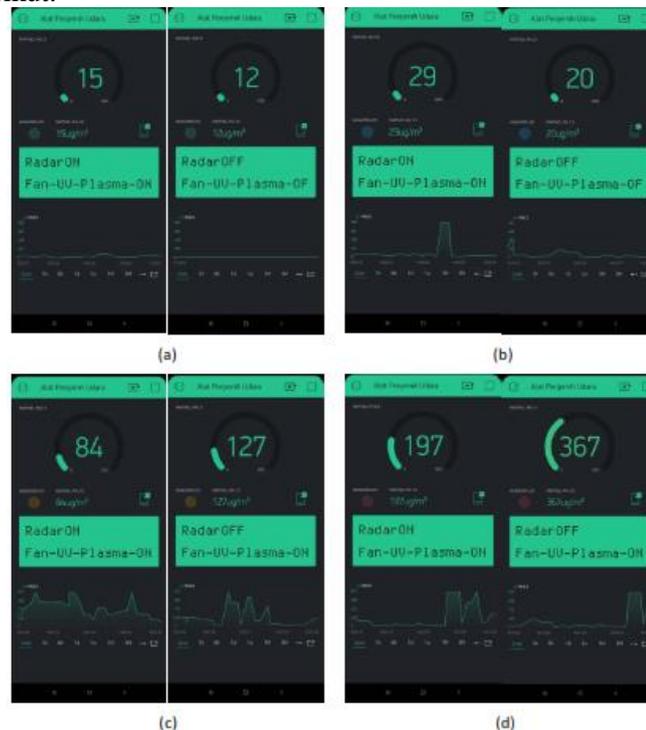
$$I = \frac{50 - 0}{15.5 - 0} (13.154 - 0) + 0$$

$$I = \frac{50}{15.5} (13.154)$$

$$I = 42,432 \approx 42$$

Dari hasil yang didapat nilai indeks ISPU sebesar 42 yang artinya masuk dalam kategori baik yakni tidak berdampak negatif bagi mahluk hidup.

Hasil dari monitoring kualitas udara dengan implementasi pengaktifan alat menggunakan sensor radar RCWL yaitu sebagai berikut:

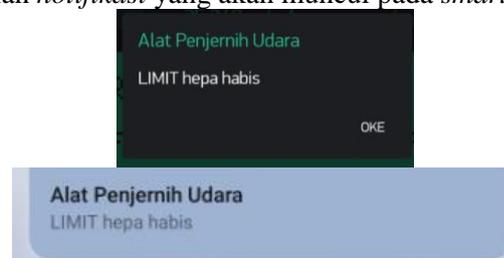


**Gambar 12. Monitoring Kualitas Udara**

Pada gambar 12 menjelaskan hasil monitoring kualitas udara, pada gambar tersebut terdapat 4 bagian yang menggambarkan 4 kondisi yaitu pada saat kualitas udara baik, sedang, tidak sehat, dan buruk/berbahaya. Pada gambar (a) menjelaskan 2 kondisi yaitu pada saat sensor radar mendeteksi pergerakan manusia maka fan, lampu UV-C dan plasma *on* ditandai LED indikator berwarna Hijau, kemudian kondisi ke 2 yaitu pada saat sensor radar tidak mendeteksi pergerakan maka fan, lampu UV-C dan plasma *off* ditunjukkan

LED indikator berwarna Hijau, kedua kondisi tersebut dalam rentang kadar kualitas udara baik yaitu range 0-15.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pada gambar (b) menjelaskan 2 kondisi yaitu pada saat radar mendeteksi pergerakan manusia maka fan, lampu UV-C dan plasma *on* ditandai LED indikator berwarna Biru, kemudian kondisi ke 2 yaitu pada saat sensor radar tidak mendeteksi pergerakan maka fan, lampu UV-C dan plasma *off* ditandai LED indikator berwarna Biru, kedua kondisi tersebut dalam rentang kadar kualitas udara baik yaitu range 15.6-55.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pada gambar (c) menjelaskan 2 kondisi yaitu pada saat radar mendeteksi pergerakan manusia maka fan, lampu UV-C dan plasma *on* ditandai LED indikator berwarna Kuning, kemudian kondisi ke 2 yaitu pada saat sensor radar tidak mendeteksi pergerakan maka fan, lampu UV-C dan plasma *on* ditandai LED indikator berwarna Kuning, kedua kondisi tersebut dalam rentang kadar kualitas udara tidak sehat yaitu range 55.5-150.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pada gambar (d) menjelaskan 2 kondisi yaitu pada saat radar mendeteksi pergerakan manusia maka fan, lampu UV-C dan plasma *on* ditandai LED indikator berwarna Merah, kemudian kondisi ke 2 yaitu pada saat sensor radar tidak mendeteksi pergerakan maka fan, lampu UV-C dan plasma *on* ditandai LED indikator berwarna Merah, kedua kondisi tersebut dalam rentang kadar kualitas udara buruk/berbahaya yaitu range  $>150.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tampilan notifikasi penggantian filter hepa akan muncul apabila limit telah mencapai batas yaitu  $\geq 6$  bulan pemakaian. Pemakaian disini berdasarkan waktu pemakaian filter bukan jumlah partikulat yang tersaring pada HEPA, berikut tampilan notifikasi yang akan muncul pada *smartphone*.



Gambar 13. Notifikasi Limit HEPA

## PENUTUP

Pada hasil yang diperoleh dari semua pengujian, dapat disimpulkan bahwa tujuan dalam penelitian ini telah terpenuhi. Pertama yaitu pengaktifan alat penjernih udara dengan menggunakan sensor radar RCWL dari jarak yang bervariasi. Relay 2 channel bekerja sesuai dengan perintah, pembacaan monitoring sensor juga sudah sesuai, perubahan yang signifikan pada pembacaan partikel PM 2.5 (Partikel Metter 2.5) itu disebabkan oleh partikel tersebut adalah partikel yang bergerak terbawa oleh angin maka dari itu pembacaan tersebut sering meningkat dalam waktu tertentu. Tingkat keberhasilan pada penelitian ini adalah 100%.

Fungsi lain dari penerapan sensor radar RCWL ini adalah sebagai metode yang digunakan untuk menghemat sumber energi dikarenakan alat akan aktif apabila terjadi 2 kondisi yaitu: terdeteksinya pergerakan manusia disekitar alat pada rentang jarak 5 M, dan apabila sirkulasi udara tersebut terdeteksi tidak sehat yaitu dalam kadar  $\geq 55.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. F. A. Nurdiansyah, T. Winarno, and S. Siswoko, "Prototype Pembersih Udara Menggunakan Teknologi Plasma Berbasis Mikrokontroler," *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 4, no. 3, p. 2, 2020, doi: 10.33795/elkolind.v4i3.115.
- [2] S. Fardiaz, "Polutan Air dan Polusi Udara, Fak. Pangan dan Gizi IPB, Bogor."
- [3] M. Citra Maharani, An Aldia Asrial, Bernhard Arianto Purba, "Lindungi Diri dari Bencana Kabut Asap," *Buku Penanggulangan Krisis Kesehatan. untuk Anak Sekol.*, 2016, [Online]. Available: Buku Penanggulangan Krisis Kesehatan untuk Anak Sekolah.
- [4] Y. Yulida and M. A. Karim, "Model Matematika Seird (Susceptible, Exposed, Infected, Recovered, Dan Death) untuk penyebaran penyakit ispa," vol. 15, no. 7, pp. 4815–4824, 2021, [Online]. Available: <https://repo-dosen.ulm.ac.id/handle/123456789/22583>.
- [5] E. R. Lily Marleni, Sintiya Halisyah, Tafdhila, Zuhana, Annisa Salsabila, Deatry Adel Meijery, "Penanganan Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) Pada Anak Di Rumah rt 13 Kelurahan Pulokerto Kecamatan Gandus Palembang," vol. 5, no. July, pp. 1–23, 2016, [Online]. Available:

[https://books.google.com/books?hl=id&lr=&id=SVCQDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=%5B32%5D%09Chen,+V.+C.\(2019\).+The+micro-Doppler+effect+in+radar.+Artech+house.&ots=cpKux8\\_qRt&sig=4854K8ocv7OOPgqo5r\\_p7alyCV M.](https://books.google.com/books?hl=id&lr=&id=SVCQDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=%5B32%5D%09Chen,+V.+C.(2019).+The+micro-Doppler+effect+in+radar.+Artech+house.&ots=cpKux8_qRt&sig=4854K8ocv7OOPgqo5r_p7alyCV M.)

- [6] D. P. Utami and A. Asyary, "PM<sub>2,5</sub> and Hypertension," vol. 4, no. 1, pp. 277–282, 2020.
- [7] B. H. Ashi la Diza Rahmadini, "Dampak Paparan Particulate Matter 2,5 (PM<sub>2,5</sub>) Terhadap Gejala Penyakit Paru Obstruktif (PPOK) Kronis Eksaserbasi Akut Pada Pekerja Di Pelabuhan Tanjung Priok, 2018," pp. 17–26, 2020.
- [8] Z. Muhammad, "Perancangan Sistem Pembersih Udara Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Untuk Kontroler Kipas Berbasis Iot (Internet of Things)," 2020.
- [9] I. Baig, C. Muzamil, S. Dalvi, and K. T. Campus, "Home Automation Using Arduino Wifi Module Esp8266," p. 8, 2016.
- [10] D. S. Lasmana and E. Fitriani, "Rancang Bangun Prototype Robot Penghisap Debu Menggunakan Optical Dust Sensor," pp. 20–29, 2020.
- [11] H. K. Hoomod and S. M. M. Al-Chalabi, "Objects detection and angles effectiveness by ultrasonic sensors HC-SR04," *Int. J. Sci. Res.*, vol. 6, no. 6, pp. 918–928, 2017, doi: 10.21275/ART20174419.
- [12] Toha, "Kapan HEPA Filter Harus di Ganti." [Online]. Available: <https://atlus-d-shop.com/kapan-hepa-filter-sebaiknya-diganti/>.
- [13] R. N. R. H. Lestari, Puji, "Perbedaan Angka Kuman Udara Sebelum dan Sesudah Penyinaran Lampu Ultraviolet 90 Watt di Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analisis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta," 2019, [Online]. Available: <http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/624/>.
- [14] R. Gunawan, T. Andhika, . S., and F. Hibatulloh, "Monitoring System for Soil Moisture, Temperature, pH and Automatic Watering of Tomato Plants Based on Internet of Things," *Telekontran J. Ilm. Telekomun. Kendali dan Elektron. Terap.*, vol. 7, no. 1, pp. 66–78, 2019, doi: 10.34010/telekontran.v7i1.1640.
- [15] W. N. Melo, S. Sompie, and E. K. Allo, "Rancang Bangun Alat Pembersih Udara Dalam Ruang Tertutup Dengan Metode Ionisasi," *E-Journal Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 4, no. 6, pp. 67–77, 2015.
- [16] P. Menteri, "Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.58/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 Tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.42/Menlhk-Setjen/2015 Tentang Penatausahaan Hasil Hutan Kayu Yang Ber," pp. 1–11, 2016, [Online]. Available: [http://menlhk.co.id/simppuh/public/uploads/files/P.58\(3\).pdf](http://menlhk.co.id/simppuh/public/uploads/files/P.58(3).pdf).
- [17] I. S. R. Dasrul Chaniago, Annisa Zahara, "Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) Sebagai Informasi Mutu Udara Ambien Di Indonesia," *Direktorat Pengendalian Pencemaran Udara, Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.* [Online]. Available: <https://ditppu.menlhk.go.id/portal/read/indeks-standar-pencemar-udara-ispu-sebagai-informasi-mutu-udara-ambien-di-indonesia>.

## Biodata Penulis

**Irma Salamah**, dilahirkan di Palembang, 22 Oktober 1974. Menyelesaikan S1 pada jurusan Sarjana Teknik Elektro di Universitas Sriwijaya tahun 2002 dan pendidikan Pascasarjana (S2) Magister Teknik Teknologi Informasi di Universitas Indonesia pada tahun 2011. Sejak tahun 1998 menjadi staf pengajar tetap di jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Palembang.

**Rizky Tapera**, lahir di Palembang 03 Januari 2000. Mahasiswa Politeknik Negeri Sriwijaya Jurusan Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi angkatan 2018.

**Irawan Hadi**, dilahirkan di Muara Enim 05 November 1965 Menyelesaikan S1 pada jurusan Sarjana Teknik di Universitas Palembang tahun 1997 dan pendidikan Pascasarjana (S2) Magister Teknik Informatika di Universitas Bina Darma Palembang pada tahun 2012. Sekarang menjadi staf pengajar tetap di jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Palembang.